COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 NOVEMBRE 1863.

PRÉSIDENCE DE M. VELPEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Remarque de M. CHEVREUL *relative à une Lettre insérée dans le* Compte rendu *de la séance du 2 de novembre.*

« Dans une Lettre insérée au *Compte rendu* de la séance du 2 de novembre, il est dit, page 742 : « Il ne serait donc pas sans danger de laver » ces anciens vitraux avec de l'acide chlorhydrique ou autre qui pourrait » effacer complétement des traits qui ont résisté à l'action de tant de » siècles. »

» Présumant que ce passage peut concerner le procédé décrit dans le *Compte rendu* de la séance du 19 d'octobre, je réponds par deux citations : 1° j'ai prescrit l'acide chlorhydrique à 4 degrés de l'aréomètre de Baumé (page 661), ce qui ne désigne pas l'acide chlorhydrique, car cette dernière expression s'applique à un *acide gazeux* et plus ordinairement à un acide dissous dans l'eau, et formant alors une solution d'une densité de 1,21, solution bien différente de l'*acide chlorhydrique* à 4 degrés ; 2° même page, on lit : « Au reste, je ne puis trop recommander aux personnes qui voudraient » recourir au procédé qui précède, de l'essayer sur une pièce insignifiante » des vitraux à nettoyer, afin de s'assurer que les opérations auxquelles » ils seraient ensuite soumis n'auraient aucune conséquence fâcheuse. »

ALGÈBRE. — *Sur les fonctions de sept lettres; par* **M. HERMITE.**

« En représentant, suivant l'usage, un système de p quantités indépendantes par la notation z_i, où l'on suppose

$$i = 0,\ 1,\ 2, \ldots,\ p-1,$$

toute substitution entre ces quantités pourra se représenter analytiquement de la manière suivante

$$\begin{bmatrix} z_i \\ z_{\theta(i)} \end{bmatrix},$$

la fonction $\theta(i)$ étant déterminée de manière à reproduire dans un autre ordre l'ensemble des p valeurs de l'indice. Ce n'est, il est vrai, qu'une abréviation de la notation explicite

$$\begin{bmatrix} z_0, & z_1, & \ldots, & z_{p-1} \\ z_a, & z_b, & \ldots, & z_k \end{bmatrix},$$

où $a, b, \ldots, k$, sont les nouveaux indices, et qu'on obtient immédiatement par la formule d'interpolation; toutefois, on verra qu'on en tire quelques résultats intéressants, au moins à l'égard des fonctions de sept lettres, en prenant pour symboles de distinction, au lieu des indices $i = 0, 1, 2, \ldots, p-1$, un système de résidus suivant le module p. Sous ce point de vue, la formule d'interpolation se simplifie en effet, comme nous allons d'abord le montrer.

» Soit, pour un instant,

$$\varphi(x) = x(x-1)(x-2)\ldots(x-p+1),$$

on aura, comme on sait,

$$\theta(x) = \frac{a\varphi(x)}{x\varphi'(0)} + \frac{b\varphi(x)}{(x-1)\varphi'(1)} + \ldots + \frac{k\varphi(x)}{(x-p+1)\varphi'(p-1)}.$$

Or, en supposant p premier, et employant le théorème connu

$$\varphi(x) \equiv x^p - x, \quad \text{mod. } p,$$

d'où

$$\varphi'(x) \equiv -1,$$

on trouvera immédiatement

$$\begin{aligned}\theta(x) \equiv & -a(x^{p-1}-1) - bx(x^{p-2} + x^{p-3} + \ldots + 1) \\ & - cx(x^{p-2} + 2x^{p-3} + \ldots + 2^{p-2}) - \ldots \\ & - kx[x^{p-2} + (p-1)x^{p-3} + \ldots + (p-1)^{p-2}].\end{aligned}$$

Ordonnant par rapport à x, et remarquant que les nombres $a, b, \ldots, k$, coïncident, sauf l'ordre, avec un système de résidus, de sorte que leur somme $a+b+\ldots+k \equiv 0$, mod. p, il viendra

$$\begin{aligned} \theta(x) \equiv a - x\,&[b + 2^{p-2}c + \ldots + (p-1)^{p-2}k] \\ - x^2&[b + 2^{p-3}c + \ldots + (p-1)^{p-3}k] \\ - \ldots&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ - x^{p-2}&[b + 2c + \ldots + (p-1)k], \end{aligned}$$

ce qui est un polynôme à coefficients entiers du degré $p-2$, et dont voici la propriété caractéristique.

» Formons la suite des puissances $\theta^2(x), \theta^3(x), \ldots, \theta^{p-2}(x)$, et soit, en général,

$$\theta^n(x) = (n)_0 + (n)_1 x + (n)_2 x^2 + \ldots + (n)_{n(p-2)} x^{n(p-2)},$$

je dis qu'on aura

$$(n)_0 + (n)_{p-1} + (n)_{2(p-1)} + \ldots + (n)_{(n-1)(p-1)} \equiv 0.$$

Effectivement, $a, b, \ldots, k$, représentant dans un ordre quelconque un système de résidus, on a

$$\begin{aligned} \theta^n(0) + \theta^n(1) + \ldots + \theta^n(p-1) &\equiv a^n + b^n + \ldots + k^n \\ &\equiv 1^n + 2^n + \ldots + k^n \\ &\equiv 0, \text{ mod. } p, \end{aligned}$$

de sorte qu'en éliminant dans $\theta^n(x)$ les puissances de x dont l'exposant est supérieur à $p-1$, à l'aide de la relation $x^{p-1} \equiv 1$, le coefficient du terme indépendant auquel on sera ainsi amené devra être congru à zéro.

» Et, réciproquement, tout polynôme à coefficients entiers, de degré $p-2$,

$$\theta(x) = \mathrm{G} + \mathrm{H}x + \ldots + \mathrm{N}x^{p-2},$$

qui remplira ces conditions, pourra servir à désigner une substitution, car en faisant, pour un instant,

$$\theta(0) = a, \quad \theta(1) = b, \ldots, \quad \theta(p-1) = k,$$

la fonction $(x-a)(x-b)\ldots(x-k)$ coïncidera, en vertu des relations

$$a^n + b^n + \ldots + k^n \equiv 0,$$

avec $x^p - x$ ou $x(x-1)\ldots(x-p+1)$, et, par conséquent, $a, b, \ldots, k$ représenteront un système de résidus.

» Ces premières remarques faites, nous allons les employer à l'étude des substitutions, en partant de ce fait évident de lui-même, que si $\theta(x)$ est une fonction quelconque, propre à représenter une substitution, la suivante

$$\vartheta(x) = \alpha\theta(x+\beta) + \gamma,$$

en excluant la valeur $\alpha \equiv 0$, aura, quels que soient β et γ, la même propriété. Or il est aisé de définir, dans un tel ensemble d'expressions, une *forme réduite*, unique, qui, une fois connue, donnera toutes les autres, et ce qui se présente le plus naturellement c'est de déterminer α de manière à rendre égal à l'unité, dans $\vartheta(x)$, le coefficient de la puissance la plus élevée de la variable, β en faisant disparaître le coefficient de la puissance immédiatement inférieure, et γ, enfin, de sorte qu'il n'y ait pas de terme indépendant. On pourra même chercher à réduire ultérieurement $\vartheta(x)$, en considérant l'expression $\alpha\vartheta(ax)$, où il restera encore un entier arbitraire, après qu'on aura rendu égal à l'unité le coefficient du terme du plus haut degré. La notion des formes réduites ainsi établie pour les fonctions $\theta(x)$, nous allons, en considérant les cas de $p = 5$ et $p = 7$, montrer comment elles se déterminent.

Premier cas : $p = 5$.

» Les formes réduites sont

$$\vartheta(x) \equiv x, \quad x^2, \quad x^3 + ax;$$

la seconde est à exclure attendu que $\vartheta^2(x) \equiv x^4 \equiv 1$, et il ne reste à considérer que la dernière dont le carré est $x^6 + 2ax^4 + a^2 \equiv x^2(1+a^2) + 2a$. Devant faire disparaître le terme indépendant, il faut poser $a \equiv 0$; toutes les autres conditions se trouvant d'ailleurs remplies par l'expression $\vartheta(x) \equiv x^3$, il en résulte que la totalité des substitutions, pour un système de cinq lettres, s'obtiennent en employant pour indices

$$\alpha x + \beta,$$
$$\alpha(x+\beta)^3 + \gamma,$$

où l'on n'excepte que la valeur $\alpha \equiv 0$. M. Betti avait donné déjà ce résultat dans le tome II des *Annales de Tortolini*, et récemment M. Brioschi en a fait l'application la plus ingénieuse dans son beau travail sur la méthode de Kronecker pour la résolution de l'équation du cinquième degré (*Actes de l'Institut Lombard*, année 1858).

Deuxième cas : $p = 7$.

» On devra partir des expressions

$$\vartheta(x) \equiv x,\quad x^2,\quad x^3 + ax,\quad x^4 + ax^2 + bx,\quad x^5 + ax^3 + bx^2 + cx,$$

dont la seconde et la troisième sont d'abord à rejeter, le terme indépendant existant nécessairement dans le cube de l'une et le carré de l'autre. Soit donc

$$\vartheta(x) \equiv x^4 + ax^2 + bx.$$

Le terme indépendant de $\vartheta^2(x)$ donne immédiatement $a \equiv 0$. On trouve ensuite

$$(x^4 + bx)^3 \equiv x^3(b^3 + 3b) + 3b^2 + 1,$$

d'où cette condition

$$3b^2 + 1 \equiv 0,\quad b \equiv \pm 3,$$

et par conséquent ces deux formes

$$\vartheta(x) \equiv x^4 + 3x,\quad x^4 - 3x.$$

La seconde se ramène à la première en recourant au dernier mode de réduction que nous avons indiqué en commençant. On trouve en effet, en prenant $\vartheta(x) \equiv x^4 - 3x$,

$$a^2\vartheta(ax) \equiv x^4 - 3a^3 x,$$

de sorte qu'il suffit pour y parvenir de poser $a^3 \equiv -1$, c'est-à-dire de prendre a non résidu de 7. Cela étant connu, on obtient pour la série des puissances :

$$\begin{cases} \vartheta(x) \equiv x^4 + 3x, \\ \vartheta^2(x) \equiv 6x^5 + 3x^2, \\ \vartheta^3(x) \equiv x^3, \\ \vartheta^4(x) \equiv 3x^4 + x, \\ \vartheta^5(x) \equiv 3x^5 + 6x^2. \end{cases}$$

Ainsi toutes les autres conditions se trouvent remplies d'elles-mêmes.

» Soit en dernier lieu

$$\vartheta(x) \equiv x^5 + ax^3 + bx^2 + cx;$$

on aura, en égalant à zéro les termes indépendants dans le carré, le cube, et la quatrième puissance,

$$2c + a^2 \equiv 0,$$

$$b(3 + 6ac + b^2) \equiv 0,$$

$$ab^2 + 4b^2c^2 + 2(2a + c^2)(1 + 2ac + b^2) \equiv 0.$$

La seconde équation conduit à supposer d'abord $b \equiv 0$, ce qui réduit la dernière à

$$(2a + c^2)(2 + 2ac) \equiv 0.$$

Or, en y faisant $c \equiv -\frac{1}{2}a^2 \equiv 3a^2$, elle donne l'identité

$$2(a + a^4)(1 - a^3) \equiv 2(a - a^7) \equiv 0;$$

on a donc cette expression

$$\vartheta(x) \equiv x^5 + ax^3 + 3a^2x,$$

où a reste indéterminé, mais que nous pouvons ramener aux cas de $a \equiv 0$, et $a \equiv 1$, $a \equiv 3$, d'après la relation

$$\alpha\vartheta(\alpha x) \equiv x^5 - a\alpha^4 x^3 + 3a^2\alpha^2 x.$$

On vérifiera aisément que la cinquième puissance ne renferme pas d'ailleurs de terme indépendant. Supposons enfin que b ne soit pas $\equiv 0$, les deux dernières équations donnent, en y faisant $c \equiv 3a^2$,

$$3 - 3a^3 + b^2 \equiv 0,$$
$$a + a^4 \equiv 0,$$

d'où ces deux solutions

$$\begin{cases} a \equiv 0, & b \equiv \pm 2, \\ a^3 \equiv -1, & b \equiv \pm 1; \end{cases}$$

on en conclut ces nouvelles formes réduites,

$$\vartheta(x) \equiv x^5 \pm 2x^2,$$
$$\vartheta(x) \equiv x^5 + ax^3 \pm x^2 + 3a^2x \quad (a\mathrm{NR}\,7),$$

que nous ramenons, en opérant comme tout à l'heure, à celles-ci :

$$\vartheta(x) \equiv x^5 + 2x^2,$$
$$\vartheta(x) \equiv x^5 + 3x^3 \pm x^2 - x.$$

En résumé, toutes les substitutions d'un système de sept lettres, au nombre de 5040, se trouvent représentées de cette manière

$$\begin{Bmatrix} z_x \\ z_{\alpha x + \beta} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} z_x \\ z_{\alpha\vartheta(x+\beta)+\gamma} \end{Bmatrix}$$

la fonction $\theta(x)$ prenant successivement ces formes :

$$x^4 \pm 3x,$$
$$x^5 \pm 2x^2,$$
$$x^5 + ax^3 + 3a^2x \quad (a \text{ quelconque}),$$
$$x^5 + ax^3 \pm x^2 + 3a^2x \quad (a \text{ non résidu de } 7).$$

C'est le résultat que j'ai déjà indiqué dans une lettre adressée à M. Brioschi, et publiée dans les *Annales de M. Tortolini*; je vais le compléter en présentant quelques remarques sur les diverses fonctions $\vartheta(x)$, et me servant à cet effet des formes réduites précédemment obtenues, savoir :

$$\vartheta(x) \equiv x^4+3x,\ x^5+2x^2,\ x^5+x^3+3x,\ x^5+3x^3-x,\ x^5+3x^3\pm x^2-x.$$

A l'égard des deux premières, je distingue en deux groupes les valeurs de x, suivant leur caractère quadratique par rapport au module 7; on trouvera ainsi :

$$x^4+3x \equiv 2x, \quad x\,\mathrm{R}\,7,$$
$$\equiv 4x, \quad x\,\mathrm{NR}\,7,$$
$$x^5+2x^2 \equiv 3x^2, \quad x\,\mathrm{R}\,7,$$
$$\equiv x^2, \quad x\,\mathrm{NR}\,7.$$

Pour la troisième, je distinguerai les indices en résidus cubiques, et non résidus par rapport à 7, et il viendra

$$x^5+x^3+3x \equiv -2x, \quad x\,\mathrm{R}\text{ cubique } 7,$$
$$\equiv +2x, \quad x\,\mathrm{NR}\text{ cubique } 7.$$

Pour les deux dernières enfin, on parviendra encore à des formes monômes, mais sous un point de vue bien différent, car on trouvera

$$x^5+3x^3-x \equiv 3x^2, \quad x < \frac{7}{2},$$
$$\equiv -3x^2, \quad x > \frac{7}{2},$$

et par suite, en faisant $\varepsilon = \pm 1$,

$$x^5+3x^3+\varepsilon x^2-x \equiv (3+\varepsilon)x^2, \quad x < \frac{7}{2},$$
$$\equiv (-3+\varepsilon)x^2, \quad x > \frac{7}{2}.$$

Ces remarques, qu'on vérifie facilement, autorisent jusqu'à un certain point

peut-être à supposer que dans l'étude des formes analytiques de substitution pour un nombre premier quelconque p de lettres, les expressions que nous avons nommées réduites se ramènent elles-mêmes à d'autres beaucoup plus simples, en considérant les valeurs de l'indice comme résidus ou non résidus de puissances dont l'exposant diviserait $p-1$, ou bien encore comme divisées en ces deux séries :

$$x = 1,\ 2,\ 3,\ldots,\quad \frac{p-1}{2},$$
$$x = \frac{p+1}{2},\ \frac{p+3}{2},\ldots,\quad p-1.$$

Soit, par exemple, $p \equiv 3 \bmod 4$: l'expression

$$\begin{aligned}\vartheta(x) \equiv x^{p-2}&\left[1+2^3+3^3+\ldots+\left(\frac{p-1}{2}\right)^3\right],\\ +\,x^{p-4}&\left[1+2^5+3^5+\ldots+\left(\frac{p-1}{2}\right)^5\right],\\ +&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ +\,x&\left[1+2+3+\ \ldots\ +\left(\frac{p-1}{2}\right)\right],\end{aligned}$$

devient simplement : $-\frac{1}{2}x^2$ pour $x < \frac{p}{2}$ et $+\frac{1}{2}x^2$ pour $x > \frac{p}{2}$. Si de plus $\frac{p-1}{2}$ est lui-même premier, en permutant circulairement les coefficients, on aura de nouvelles expressions se réduisant dans les mêmes conditions à $-\frac{1}{2}x^{2\omega}$ et $+\frac{1}{2}x^{2\omega}$, l'exposant ω étant un nombre entier moindre que $\frac{p-1}{2}$.

» Soit en second lieu

$$\vartheta(x) \equiv ax^{\omega}\left(x^{\frac{p-1}{2}}+1\right) - bx^{\varpi}\left(x^{\frac{p-1}{2}}-1\right):$$

il est clair qu'on aura simplement

$$\begin{aligned}\vartheta(x) &\equiv 2ax^{\omega}, \qquad x\mathrm{R}p,\\ &\equiv 2bx^{\varpi}, \qquad x\mathrm{NR}p;\end{aligned}$$

c'est à cette catégorie qu'appartient, dans le cas de $p=7$, l'expression $\vartheta(x) \equiv -x^5 - 2x^2$, qui vérifie les relations

$$\vartheta[a\vartheta(x)+b] \equiv 2ab^4\vartheta\left(x+\frac{2}{a^4b}\right)+\frac{1-a}{a}(b^5+2b^2)\quad (a\mathrm{R}7),$$
$$\vartheta[\vartheta(x)] \equiv x.$$

Il en résulte qu'on a un système de 168 substitutions conjuguées représentées ainsi :

$$\begin{Bmatrix} z_x \\ z_{ax+b} \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} z_x \\ z_{a\vartheta(x+b)+c} \end{Bmatrix} \quad (a\mathrm{R}7);$$

d'où cette conséquence, indiquée pour la première fois par M. Kronecker, qu'une fonction de sept lettres, invariable par ce système de substitutions, ne peut avoir que trente valeurs distinctes. »

GÉODÉSIE. — *Pyramide de Villejuif. — Rapport fait à l'Académie; par* **M. Le Verrier.**

« Les pyramides de Villejuif et de Juvisy sont les extrémités d'une base géodésique mesurée en 1756 par ordre de l'Académie, afin de vérifier l'ancienne base de Picart.

» Deux habitants de Villejuif, se disant propriétaires du terrain sur lequel est située la première pyramide, ont demandé à M. le préfet de la Seine l'autorisation de la démolir. Ce magistrat a renvoyé leur requête au directeur de l'Observatoire, et celui-ci à son tour, sachant que cette question intéressait au plus haut point l'Académie, la lui a remise. L'Académie a chargé alors M. Le Verrier d'examiner l'affaire et de lui présenter un Rapport.

» La base employée par Picart en 1670, la base vérifiée par Cassini en 1740, enfin la base mesurée par l'Académie en 1756, avaient toutes les trois des termes différents, quoique peu éloignés les uns des autres. La base de 1756 est la seule qui ait eu pour termes les pyramides actuelles de Villejuif et de Juvisy. La pyramide de Villejuif fut élevée en 1742, et celle de Juvisy un peu plus tard.

» L'Académie remarqua avec justesse que si les termes extrêmes de la base de Picart n'étaient plus certains, cela importait peu. Picart en effet avait déduit de ses premiers triangles la mesure de la distance du centre de la tour de Montlhéry au centre du moulin de Brie-Comte-Robert, et ainsi cette dernière distance, trouvée par Picart, égale à 13121 toises, pouvait être considérée à la place de la base de Picart. Tout procédé par lequel on pouvait parvenir, en 1756, à mesurer la vraie distance de la tour et du moulin suffisait donc à la vérification qu'on se proposait alors.

» En conséquence, les Commissaires de l'Académie mesurèrent avec soin la distance des centres des pyramides élevées à Villejuif et à Juvisy, et

s'appuyant sur cette base, ils en conclurent la distance de la tour de Montlhéry au moulin de Brie-Comte-Robert, savoir, 13 108 toises. Ce nombre est plus petit de 13 toises que celui obtenu par Picart, soit *une toise sur mille*.

» L'Académie voudra conserver les pyramides termes des opérations faites par Elle en 1756, et cela sera d'autant plus facile qu'elle a fait en 1741 l'acquisition du terrain sur lequel est élevée la pyramide de Villejuif en particulier. On lit, en effet, dans les procès-verbaux de l'Académie, à la date du mercredi 7 juin 1741 :

« *Acquisition de l'Académie.* — M. Cassini fait savoir à la Compagnie » l'acquisition qu'il a faite, au nom de l'Académie, de six perches de terre » achetées des nommés Cyr Clavier, père et fils, au terroir de Villejuifve, » pour y élever une pyramide destinée à fixer le terrain de la base mesurée » au même lieu pour les opérations de la méridienne de France, etc., et il » en remet le contrat passé par-devant Luicler, notaire du bailliage de » Villejuifve, le 9me may de la présente année. »

» Et, d'un autre côté, guidé par cette note, on a retrouvé dans les cartons de l'Académie l'acte d'acquisition dont parle Cassini, et qui, après avoir été présenté par lui en 1756, est mis aujourd'hui de nouveau sous les yeux de l'Académie. Cet acte, transcrit sur parchemin, et dont lecture est donnée, est parfaitement conservé.

» M. Le Verrier propose donc à l'Académie de charger la Commission administrative de prendre toutes les mesures nécessaires pour la restauration et la conservation des pyramides de Villejuif et de Juvisy. »

L'Académie adopte ces conclusions et décide que M. Le Verrier sera, pour ce travail, adjoint à la Commission administrative.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches nouvelles sur la conservation des matériaux de construction et d'ornementation ; par* **M. Fréd. Kuhlmann.** (Suite.)

VIII. *Modifications dans la couleur, la dureté et la cristallisation dues à l'action de certains fluides élastiques.*

« Comme il entre dans le cadre de mes recherches sur la conservation des matériaux de construction et d'ornementation d'étudier successivement tous les genres d'altération auxquels ces matériaux sont habituellement ou peuvent être exceptionnellement exposés, j'ai cru devoir rendre aussi complète qu'il m'a été possible de le faire la série de mes expériences concer-

nant en particulier l'action des corps oxydants ou désoxydants sur les marbres, les agates et les pierres usitées dans la joaillerie.

» J'ai été d'autant plus encouragé à approfondir ces recherches, qu'à chaque pas elles augmentaient d'intérêt au triple point de vue de la formation des matières minérales naturelles, de leurs transformations et de leur cristallisation, et qu'elles se rattachaient directement à un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1857 (1), travail où j'envisageais les mêmes phénomènes dans la formation des roches par la voie humide.

» Après avoir constaté que, par une sorte de cémentation ou une pénétration par capillarité, les propriétés caractéristiques de certains agents chimiques, les uns oxydants, les autres désoxydants, s'exerçaient sur les oxydes métalliques colorants engagés dans les marbres et même dans les pierres siliceuses les plus dures, lorsque ces agents sont mis en contact à l'état de fusion ignée avec ces matières minérales, je devais présumer que des modifications analogues pouvaient être produites avec plus de facilité encore en faisant intervenir à l'état de fluides élastiques des agents ayant les mêmes propriétés et en favorisant également les réactions par une température plus ou moins élevée, selon la nature des minéraux et leur plus ou moins facile décomposition par la chaleur.

» Dans la nature, les phénomènes de l'altération des roches ont lieu le plus souvent par l'exposition de ces roches à des vapeurs ou à des gaz altérants, en dehors des circonstances normales où l'air est le principal agent d'oxydation ; cela est vrai surtout lorsqu'il s'agit des émanations volcaniques. Dans ces derniers cas, un point important restait à examiner : c'est la nécessité de l'intervention des hautes pressions à laquelle les géologues ont souvent subordonné des réactions que nous ne pouvons apprécier que par leurs résultats.

» Des expériences nombreuses tentées dans cette direction m'ont démontré jusqu'à quel point les matières minérales, même les plus dures et les mieux cristallisées, peuvent être pénétrées par les gaz lorsque leur porosité est augmentée par une élévation de température, et avec quelle facilité les réactions chimiques peuvent être produites par ces gaz au contact des oxydes que ces matières minérales contiennent.

» Je vais énumérer sommairement les principaux résultats produits en dirigeant des courants de gaz sur diverses de ces matières contenues dans

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séances du 9 et du 15 novembre 1857.

des tubes de porcelaine et chauffées à des températures élevées, mais non susceptibles de les décomposer.

» A. *Oxygène.* — Les marbres colorés par des matières bitumineuses se décolorent. Les agates, les jaspes jaunes ou verts prennent une couleur brune ou d'un rouge vif. Les quartz enfumés, les améthystes, les topazes se décolorent et conservent leur transparence. La couleur des émeraudes, du saphir, du disthène bleu et du grenat pâlit. Les cornalines rouges et jaunes se décolorent, mais la silice qui les constitue, en perdant son eau d'hydratation, devient d'un blanc mat. Il en est de même des veines transparentes ou translucides qui traversent certains jaspes.

» B. *Deutoxyde d'azote.* — Ce gaz agit d'une manière générale comme l'oxygène : il décolore de même l'améthyste, la cornaline. Une turquoise soumise à l'action de ce gaz au rouge brun a éclaté, mais les fragments ont conservé leur belle couleur bleue.

» C. *Chlore.* — Son action ne diffère pas de celle des gaz précédents, quant à la décoloration de certaines pierres précieuses : le diamant seul avec le rubis et le saphir ont résisté. Par l'action du chlore et du gaz acide chlorhydrique, des agates et des jaspes colorés en vert et en orange ont pris une couleur brune. L'action de l'acide chlorhydrique sec a transformé en chlorure de calcium soluble dans l'eau, et cela à une grande profondeur, des veines de carbonate de chaux cristallisé qui traversaient les minéraux soumis à l'essai. Cet acide permet ainsi de faire un examen en quelque sorte anatomique de certains mélanges minéraux et de simplifier leurs formules. Il peut permettre encore d'enlever par sublimation à des agates rouges et à d'autres minéraux une partie du peroxyde de fer qui les imprègne et qui se transforme en perchlorure de fer volatil.

» D. *Hydrogène.* — Les marbres et les agates colorés en rouge par l'oxyde de fer prennent une couleur noire par l'effet de la réduction de cet oxyde. La malachite est réduite à l'état métallique ; le lapis-lazuli noircit ; un zircon d'Expailly coloré en grenat s'est décoloré, mais des veines noires y sont devenues apparentes. En soumettant ensuite ce zircon à un courant d'oxygène, les veines noires se sont transformées en veines rouges, et la pâte de la pierre est restée incolore et transparente.

» E. *Ammoniaque.* — Le granit rouge prend une couleur noire de même que le jaspe sanguin. La malachite est réduite à l'état métallique, et, ainsi que je l'ai démontré déjà, la pyrolucite est transformée en protoxyde de manganèse avec production d'acide nitrique, le protoxyde conservant la forme cristalline de la pyrolucite.

» F. *Cyanogène.* — Ce gaz agit comme un désoxydant énergique; il décolore l'améthyste, la cornaline jaune et rouge, avec dépôt de charbon dans les fissures de ces pierres. Les agates rouges deviennent noires par réduction de l'oxyde de fer.

» G. *Acide sulfhydrique.* — Le diamant enfumé, le diamant jaune et le saphir n'ont pas subi d'altération. Le rubis a pris une teinte violacée. Le quartz rose et l'améthyste se sont décolorés sans cesser d'être transparents. La cornaline rouge s'est décolorée et a perdu sa transparence par déshydratation. La turquoise a pris une couleur noire; les marbres, les agates, les granits colorés par de l'oxyde de fer ont pris une couleur noire. De l'oxyde de fer pur s'est transformé en une masse noire recouverte sur les points les plus chauffés d'un vernis cristallin jaune avec l'éclat métallique du sulfure de fer naturel.

» J'ai constaté déjà qu'en opérant à froid ou à des températures modérées, l'acide sulfhydrique transformait le carbonate de plomb natif en sulfure de plomb conservant la forme des cristaux du carbonate de plomb, et que la malachite donnait dans ces mêmes circonstances du sulfure de cuivre qui conserve l'aspect fibreux et rubané de la malachite; enfin, qu'une épigénie analogue est obtenue en faisant réagir l'hydrogène sulfuré sur du formiate de plomb.

» J'ai étendu ces réactions à la transformation en sulfures d'autres produits cristallisés, notamment du carbonate de thallium qui m'a donné du sulfure de thallium présentant la cristallisation prismatique du carbonate; mais en répétant ces expériences, je me suis aperçu que si, après que les sulfures pseudomorphiques sont ainsi obtenus, on continue de les maintenir dans un courant d'acide sulfhydrique en élevant graduellement la température, il arrive un moment où les cristaux pseudomorphiques se détruisent pour donner naissance à des groupements de cristaux affectant les formes cristallines propres aux sulfures.

» M. Des Cloizeaux a eu l'obligeance de faire un examen attentif de ces cristaux artificiels et les a trouvés, quant à leur forme cristalline, généralement conformes aux sulfures naturels; mon travail contient quelques indications données à cet égard par ce savant cristallographe. Le courant de gaz favorise considérablement ces transformations en donnant aux molécules des sulfures une plus grande mobilité et en facilitant leur volatilisation. C'est ainsi que le sulfure de plomb provenant par épigénie du carbonate donne par volatilisation de magnifiques cristaux cubiques à faces

éclatantes, avec très-peu de trémies. Ces cristaux se fixent aux parois intérieures des tubes de porcelaine où la réaction a eu lieu.

» Le sulfure de cuivre provenant par épigénie de la malachite donne des tables hexagonales sans macles apparentes, comme la cupréine de Breithaupt, et paraissant se cliver suivant la base des cristaux. Du protoxyde de cuivre naturel, soumis à un courant d'acide sulfhydrique, a donné naissance à un sulfure de cuivre présentant une croûte cristalline d'un bleu indigo cuivreux correspondant au sulfure naturel, connue sous le nom de *Kupfer-indig*. Ajoutons que, d'après M. Des Cloizeaux, la cupréine, ou sulfure de cuivre hexagonal, est souvent associée dans la nature à la malachite.

» D'autres cristallisations de sulfures artificiels ont été obtenues en soumettant, à des températures élevées, les oxydes d'argent et de cadmium à un courant d'acide sulfhydrique. Le sulfure d'argent a été obtenu cristallisé en dodécaèdres rhomboïdaux groupés d'une netteté remarquable. Le sulfure de cadmium est brun et transparent; il cristallise en prismes dodécagones réguliers terminés par une base ou par une ou deux pyramides hexagonales qui n'ont pu être déterminées.

» Le sulfure de thallium, plus volatil que les deux précédents et se rapprochant en cela du sulfure de plomb, donne des lamelles cristallines qui, dans une première expérience, ont été agglutinées, par suite d'une température trop élevée.

» J'ai espéré obtenir, dans les mêmes circonstances, du sulfure de zinc; mais l'action d'un courant d'acide sulfhydrique sur de l'oxyde blanc de zinc n'a pas produit de sulfure, mais seulement de l'oxyde d'un blanc jaunâtre dont une partie s'est volatilisée et a cristallisé en lames aplaties recouvertes par de très-petits cristaux qui paraissent être des prismes hexagonaux.

IX. — *Considérations générales.*

» Lorsqu'on envisage les modifications diverses que subissent les oxydes métalliques engagés dans les pâtes siliceuses et dans les marbres par l'influence des agents d'oxydation, de réduction ou de sulfuration, l'on arrive à reconnaître que ces modifications sont quelquefois de puissantes causes de désagrégation de ces pierres, indépendamment des changements qui en résultent dans la coloration. De même que l'eau qui a pénétré dans les pierres poreuses les brise par son gonflement lors de sa congélation, de même des oxydes en se peroxydant ou en se changeant en sulfures peuvent à la longue produire la désagrégation des pierres les plus dures.

» Quand il y a soustraction de matière par désoxydation de certains oxydes ou destruction de matières bitumineuses, la dureté des pierres diminue et la porosité augmente, et, dans ces cas, la cause de la désagrégation n'est pas aussi grande; mais il ne saurait en être de même lorsque, dans une pierre, 100 d'oxygène, par exemple, sont portés à 150, ou lorsque 100 d'oxygène sont remplacés par 200 de soufre. Dans ces derniers cas, les causes de désagrégation sont les mêmes que lorsque, dans un plâtrage ou dans des pierres poreuses, il se développe du salpêtre par une fixation abondante d'oxygène. Ainsi, par ces actions chimiques il y a souvent diminution dans la dureté, tandis que le contraire a lieu, comme je l'ai signalé précédemment, lorsque le brai pénètre dans les marbres; dans ces derniers cas, les marbres sont toujours plus durs et susceptibles de recevoir un plus beau poli.

» Dans la plupart de mes expériences, où des modifications de couleur ont été produites par superoxydation, j'ai dû faciliter l'action des agents d'oxydation par une température élevée; mais ces mêmes phénomènes s'accomplissent indubitablement aussi à la température ordinaire, par la seule action de l'oxygène de l'air. Seulement, dans ce dernier cas, ils s'accomplissent beaucoup plus lentement. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner attentivement l'action de l'air sur les marbres qui ont servi de revêtement extérieur à d'anciens monuments. Le Dôme et le Baptistère de Florence présentent à cet égard un exemple frappant.

» Les jaspes colorés eux-mêmes ne résistent pas à l'action prolongée de l'air, surtout lorsque leur porosité est augmentée par la dissolution dans l'eau pluviale des veines de carbonate de chaux qui les traverse souvent. Ces altérations des pierres naturelles justifient à un haut point la préférence que, dans l'antiquité et le moyen âge, on a généralement donnée à l'émail dans la confection des mosaïques destinées au décor extérieur. Certes, si les mosaïques de Saint-Marc à Venise, de Saint-Pierre à Rome et du portail de la cathédrale d'Orvieto avaient été faites en pierre, elles n'eussent pas conservé cette fraîcheur de coloration qui les fait tant admirer aujourd'hui. Cette réflexion s'applique surtout aux mosaïques de Pompéi qui constituent une des plus grandes richesses du musée de Naples.

» Un grand nombre de mes essais viennent à l'appui de l'opinion que beaucoup de nos pierres précieuses sont colorées par des matières organiques. Cette opinion a été émise déjà par M. Lewy en ce qui concerne l'émeraude, et par M. Gauthier de Claubry en ce qui concerne la cornaline rouge.

» J'ai démontré que cette décoloration ne s'arrêtait pas à ces pierres; qu'elle s'appliquait entre autres pierres précieuses à l'améthyste, dont l'oxyde de manganèse est généralement considéré comme le principe colorant. Cependant, Heintz, dans une analyse de l'améthyste, n'y a pas trouvé plus de $\frac{1}{10000}$ de manganèse, et d'ailleurs la décoloration de l'améthyste en présence des gaz désoxydants rend difficilement contestable l'opinion de l'existence d'une matière organique. Le quartz rose de Rabenstein contient 1 pour 100 environ d'oxyde de titane. Il serait imprudent de se prononcer en faveur de la coloration de ce quartz par des matières organiques, s'il est vrai qu'il jouit de la propriété de reprendre sa couleur rose quelque temps après qu'elle a été détruite par la chaleur.

» Le fait le plus important, au point de vue géologique, qui résulte des recherches dont je viens de présenter le résumé, c'est que, lorsque des matières minérales ont pris, par des épigénies, des formes pseudomorphiques, leurs molécules conservent une tendance à constituer des cristaux ou des groupes de cristaux d'après les formes qui leur sont propres, formes que ces corps affectent habituellement dans la nature; mes résultats démontrent de plus que ces transformations peuvent être obtenues sans pression et sous l'influence des causes mêmes qui ont déterminé l'épigénie, avec la seule différence d'une plus grande élévation de température.

» Des exemples que j'ai cités pourront jeter quelque jour nouveau sur les phénomènes si variés qui se produisent sous l'influence des émanations volcaniques, dans des circonstances où la production des sulfures est si fréquente et où des cristallisations analogues à celles du fer oligiste spéculaire peuvent certainement avoir lieu. J'ai constaté, dans un travail publié en 1858 (1), que des cristaux isolés peuvent se produire par la voie humide, sans qu'il y ait d'eau de cristallisation. Aujourd'hui je viens signaler de nouveaux exemples, où des cristaux non volatils isolément se produisent sous l'influence de courants gazeux à la pression ordinaire, en surexcitant la propriété cristallogénique de certains oxydes ou sulfures par l'action d'une température élevée. Puisse l'ensemble de ces faits éclaircir quelques points encore obscurs de l'étude des nombreuses modifications que les matières minérales subissent à la surface du globe. »

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 17 mai 1858.

MICROGRAPHIE ATMOSPHÉRIQUE. — *Observations faites sur l'air de la cime du mont Blanc, à 14 800 pieds d'altitude; par* M. POUCHET.

« Un de nos plus intrépides explorateurs des Alpes, le Dr Kolb, vient de me fournir l'occasion d'étudier l'air provenant des plus hautes cimes de cette chaîne de montagnes.

» Dans plusieurs de ses excursions au milieu de celles-ci, des guides avaient été chargés de flacons de 250 centimètres cubes de capacité, qui, à l'aide de précautions dont le détail serait trop long, avaient été remplis d'eau bouillante, afin de tuer radicalement tous les organismes qu'ils pourraient contenir (1).

» Parvenu dans les endroits dont il voulait rapporter de l'air, le Dr Kolb débouchait ses flacons et y laissait rentrer ce gaz à mesure que l'eau s'écoulait (2). Aussitôt qu'un flacon en était rempli on le bouchait hermétiquement, après quoi on enduisait immédiatement son orifice d'un lut de vernis à la copale et de vermillon. Ces flacons, au nombre de quatre, furent expédiés à Rouen immédiatement après la descente du voyageur, et ils y arrivèrent tous parfaitement bouchés.

» Deux des flacons contenant de l'air pris à la cime du mont Blanc furent renversés et débouchés dans une décoction de trèfle commun ayant subi une ébullition d'une heure et encore presque bouillante. Le liquide, en s'y précipitant de bas en haut, démontra que ces flacons avaient été hermétiquement clos, l'air qu'ils contenaient ayant encore conservé toute sa raréfaction.

» Après avoir rebouché ces flacons sous le liquide chaud, on en plongea le goulot dans du mercure porté à la température de 160 degrés pendant une heure.

» Le troisième jour, la décoction, qui occupait environ le tiers des vases, se troubla, et il était évident qu'il s'y produisait des Infusoires. Observée

(1) Ces flacons, qui bouchaient parfaitement à l'émeri, avaient un goulot très-étroit. Tous avaient séjourné dans l'eau bouillante pendant plus de 45 minutes après en avoir été remplis et avant d'être enfin bouchés hermétiquement.

(2) Poussant les précautions jusqu'à l'excès, avant de déboucher ses flacons, le Dr Kolb avait eu le soin de faire éloigner tous ses guides, et lui-même d'en tenir constamment l'ouverture du côté d'où venait le vent, de façon qu'aucun corpuscule provenant, soit de lui, soit de ses compagnons, ne pût s'y introduire.

au microscope, on la trouva remplie de Monades vivantes, d'une grosseur moyenne entre le *Monas lens* et le *Monas crepusculum*, de *Spirillum* et de Bactéries. On y observa aussi quelques Amibes immobiles.

» Un flacon d'air pris sur le sommet du Buet, à une altitude de 9500 pieds, et rempli en partie de la même macération, donna des produits absolument analogues.

» Dans quelques centimètres d'air provenant des sommets du mont Rose j'ai vu se produire des Monades et des Vibrions.

» Ces expériences sur l'air du mont Blanc et de quelques autres points culminants des Alpes viennent encore démontrer que, quel que soit le lieu ou l'altitude d'où provienne celui-ci, *constamment* il est apte à produire des animalcules vivants, ce que viennent encore de prouver les dernières expériences entreprises sur la Maladetta par MM. Joly, Musset et moi.

» Cependant, dans toutes ces altitudes considérables, comme je le démontrerai par de nouvelles observations, on reconnaît que l'air est presque totalement dépouillé de corpuscules organiques. Son étude et l'examen de la neige le démontrent évidemment. On n'y découvre ni œufs ni spores. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Étude sur les tungstates et sur l'équivalent du tungstène;* *par* **M. J. Persoz.**

(Commissaires, MM. Dumas, Fremy, H. Sainte-Claire Deville.)

« 1. Le tunsgstène, d'après la constitution et les propriétés de ses composés oxygénés, appartient au groupe des radicaux biatomiques, l'arsenic, l'antimoine et le phosphore.

» 2. Son équivalent ($O = 100$), déduit de nombreuses expériences, est

$$1916 = W.$$

» 3. Le tungstène forme deux composés oxydés :

(*a*) Un oxyde WO^3, oxyde tungstique,

(*b*) Un acide WO^5, acide tungstique.

» 4. Par leur union, ces deux composés peuvent engendrer un troisième oxyde (du genre *oxydes salins* de Berzélius et de M. Dumas) qui correspond à la formule

$$WO^3 + WO^5 = 2WO^4.$$

» 5. L'acide tungstique est polybasique, ses sels simples ou doubles se

représentent par les formules générales

$$WO^3, MO, HO + nAq,$$
$$WO^3, MO, MO + nAq.$$

» 6. L'acide tungstique peut, à la manière de ses congénères, les acides phosphorique et antimonique, se modifier physiquement par la chaleur, au point que sa capacité de saturation se trouve réduite de moitié; on peut donc dire qu'il donne naissance à un nouvel acide, l'acide *métatungstique*, dont l'existence dépend d'ailleurs de conditions bien déterminées. La formule de cet acide est

$$(WO^3)^2 \quad \text{ou} \quad W^2O^{10}.$$

» 7. Les métatungstates simples se représentent par la formule

$$(WO^3)^2 MO, HO + Aq.$$

» Ils forment facilement des sels doubles en se combinant, soit entre eux :

$$(a) \qquad \left.\begin{matrix}(WO^3)^2 MO, HO \\ (WO^3)^2 MO, MO\end{matrix}\right\} + Aq,$$

soit avec des tungstates simples :

$$(b) \qquad \left.\begin{matrix}(WO^3)^2 MO, HO \\ WO^3 \quad MO, HO\end{matrix}\right\} + Aq.$$

» C'est dans ces formules que rentrent les paratungstates et certains tungstates acides.

» 8. Le soufre, le chlore, le brome se combinent avec le tungstène en produisant des composés qui correspondent exactement aux oxydes et acides.

» 9. Le tungstène, pas plus que le phosphore, n'engendre d'*oxychlorure*. Les composés que l'on a ainsi désignés sont des combinaisons en proportions définies, mais variables, d'*acide anhydre* avec le *chloride* correspondant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ORGANOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Composition organophytogénique des feuilles; par* **M. Ch. Fermond.**

(Renvoi à l'examen de la Section de Botanique.)

« Jusqu'à ce jour, la plupart des botanistes ont été conduits à n'admettre

que deux éléments bien distincts dans la feuille, savoir : le *pétiole* et le *limbe*, considérant comme appartenant au pétiole une troisième partie, la *gaîne*, qui, selon nous, a son existence particulière ainsi que sa croissance indépendante. Nous allons chercher à démontrer qu'une feuille peut être formée de trois parties faciles à distinguer dans beaucoup de feuilles, quoique souvent une des parties et quelquefois deux puissent faire défaut.

» *Feuilles de Monocotylédones.* — 1° Certains végétaux monocotylédonés, pour tout organe appendiculaire, ne présentent que des gaînes : *Cyperus minimus, setaceus, arenarius, prolifer, etc.*; *Scirpus palustris, lacustris, acicularis, etc.*; *Elæocharis ovata; Juncus filiformis, grandis, rubens, etc.* Par cette observation, l'existence particulière de la gaîne n'est déjà pas douteuse. C'est la feuille dans son plus grand état de simplicité.

» 2° Si nous suivons le développement des bourgeons qui se forment sur le rhizome de l'*Arundo Donax*, nous voyons d'abord se produire des gaînes simples, uniformes; mais les gaînes qui viennent après sont surmontées d'un tout petit limbe de forme triangulaire; puis, à mesure que le végétal se développe, on voit successivement les gaînes fournir un limbe de plus en plus allongé, si bien que ce limbe finit par être la partie dominante de la feuille. Ici les deux parties sont très-distinctes et sont séparées par un petit organe nommé *ligule*.

» 3° Dans le *Canna nepalensis* on voit d'abord des gaînes seules se former, puis un limbe, et, plus haut, on commence à voir le limbe se séparer de la gaîne par une sorte d'étranglement qui arrive bientôt à simuler un pétiole, mais un pétiole membraneux sur ses bords; il est plus distinct, mais très-court, dans les *Maranta arundinacea* et *bicolor;* il est bien plus développé dans le *Strelitzia reginæ*, et très-allongé dans le *Pontederia cordata*. Comme on le voit, il est facile de distinguer trois parties dans certaines feuilles. Mais la gaîne et le pétiole ne sont-ils qu'un seul et même élément de la feuille? Voici comment l'expérience répond à cette question.

» Avec des aiguilles très-fines nous avons fait des ponctuations à des distances égales, sur la partie médiane des gaînes, des pétioles et des limbes de très-jeunes pousses des *Canna nepalensis*, *Arundo Donax*, *Allium Cepa* et *Porrum*, *Hyacinthus orientalis* et *Funkia ovata*, *etc.*, et nous avons reconnu que ces ponctuations, pendant la croissance, gardaient sensiblement les mêmes intervalles au sommet des feuilles, tandis qu'elles s'éloignaient proportionnellement de plus en plus vers la base. Or, dans cette progression les pétioles des *Canna nepalensis* et *Funkia ovata* avaient complétement suivi le sort de la nervure médiane, c'est-à-dire que les distances observées sur eux

étaient proportionnelles à la plus basse position des ponctuations au-dessous du limbe, et en rapport avec les distances proportionnelles observées au-dessus dans la nervure du limbe. Il n'en était pas ainsi de la gaîne; celle-ci avait pris une croissance tout à fait isolée, et, bien que se produisant dans le même sens que le reste de la feuille, on pouvait constater que la distance des points marqués sur elle ne continuait plus la progression que le pétiole avait observée par rapport à celle que l'on trouvait sur le limbe. En effet, les deux points supérieurs marqués sur la gaîne avaient peu changé de distance primitive, tandis que le point le plus inférieur du limbe s'est trouvé, dans l'*Allium Cepa* et l'*Arundo Donax*, excessivement élevé par rapport à la ponctuation supérieure de la gaîne, ce qui indique bien l'indépendance de croissance de la gaîne et du reste de la feuille, et par conséquent l'existence particulière de la gaîne.

» *Feuilles de Dicotylédones.* — La gaîne, infiniment plus rare dans les Dicotylédones, a cependant son analogue et son indépendance du pétiole dans beaucoup d'Ombellifères, par exemple dans l'*Angelica Razulsii*, le *Melanoselinum decipiens*, *etc.* Mais en observant la manière dont se fait le développement du bourgeon dans le *Pæonia officinalis*, pour les feuilles alternes, ou dans l'*Æsculus hippocastanum*, pour les feuilles opposées, on reconnaît que l'organe qui semble être l'analogue d'une gaîne, dans les premiers organes appendiculaires, se transforme peu à peu en un vrai pétiole, si bien que l'on est conduit ici à considérer cette apparence de gaîne comme l'analogue d'un pétiole, et c'est sans doute pour cette raison que beaucoup de célèbres botanistes ont regardé la gaîne comme un pétiole dilaté.

» Les gaînes nous paraissent rares dans les Dicotylédones, à cause de la particularité que possède ce groupe de plantes d'offrir deux cotylédons et souvent deux feuilles opposées qui souvent se déplacent. Mais on les retrouve en observant qu'elles peuvent se présenter *sans exastosies* ou *avec exastosies circulaires.*

» 1° Avec exastosie d'un seul côté, elles forment les *pétioles dilatés* plus ou moins embrassants ou ventrus de beaucoup d'Ombellifères (*Angelica*, *Heracleum*, *etc.*). Quand cette gaîne s'ouvre complétement et qu'en même temps elle se sépare de chaque côté du pétiole, alors elle forme les *stipules*, lesquelles, très-développées, par balancement organique, dans le *Lathyrus Aphaca*, diminuent de volume dans le *Lathyrus pratensis;* restent adhérentes au pétiole dans les *Rosa;* se séparent du pétiole et réduisent de beaucoup leur volume dans le *Rubus collinus;* ne sont plus représentées que par un simple filament dans le *Rubus idæus* et par une simple glande dans le *Noblevillea Gestasiana*. Quand la gaîne se réduit ainsi, ou lorsqu'elle forme des

stipules libres, on comprend que sa feuille ne soit plus embrassante et qu'au contraire elle soit attachée à l'axe par un point très-restreint.

» Mais la gaîne peut se séparer du pétiole par exastosie centripète; alors on voit le sommet de la gaîne se détacher un peu du pétiole de manière à rappeler la ligule des Graminées (*Sium latifolium, Fœniculum vulgare*). Dans le *Melianthus major* et le *Drosera anglica*, cette gaîne ne tient plus au pétiole que par sa base. Enfin, chez le *Drosera graminifolia*, cette gaîne est complétement libre : c'est ce nouvel état de la gaîne qui constitue la *stipule axillaire*.

» 2° Le défaut d'exastosie circulaire en fait une gaîne analogue à celle des Cypéracées, de quelques Amomées, de quelques Commélinées (*Tradescantia*), et que l'on a désignée sous le nom d'*ochrea* (Polygonées, Platanées); mais on remarque cette différence, que dans les Monocotylédones la gaîne entière est continuée à son sommet par le limbe, tandis que chez les Dicotylédones, par exastosie centripète, la gaîne entière se sépare du pétiole souvent jusqu'à sa base. Enfin quelquefois la gaîne entière se détache de chaque côté du pétiole et forme une véritable *stipule oppositifoliée*, comme dans les Ricins.

» Cette manière de voir est complétement d'accord avec les données que présente la phytogénie des divers éléments de la feuille et que nous ne pouvons reproduire ici. Mais ces études phytogéniques conduisent à regarder les feuilles triangulaires du *Butomus umbellatus*, du *Triglochin Barrelieri*, de l'*Asphodeline lutea, etc.*, comme des feuilles uniquement constituées par une gaîne surmontée d'un pétiole sans limbe. Or, cette manière de voir conduit à une conséquence remarquable. En effet, dans les feuilles de forme triangulaire que nous venons de citer, on peut observer que l'une des faces du triangle, *la moins bombée*, est toujours en face de l'axe. En examinant sous ce point de vue la feuille de l'*Eriophorum gracile*, on la voit présenter dans sa longueur un léger sillon qui fait face à l'axe. Ce sillon longitudinal se trouve beaucoup plus prononcé dans certaines feuilles (*Tritoma glauca*). Dans l'*Hemerocallis fulva*, ce sillon, plus prononcé encore, en fait une feuille pliée longitudinalement et conséquemment offrant un grand angle rentrant. Enfin, dans la plupart des feuilles, cet angle s'élargit et conduit au limbe plan de beaucoup de feuilles de Graminées, Cypéracées, etc. De sorte que, progressivement, en partant de la feuille du *Butomus umbellatus*, on arrive au limbe de la feuille du Lis et à plus forte raison à celui de la feuille des Graminées. Par conséquent, la déduction de cette analyse est que, si l'on considère les feuilles triangulaires dont nous avons parlé comme des pétioles, il est de nécessité rigoureuse de regarder les limbes des Gra-

minées, Cypéracées et quelques autres comme des pétioles; car sans cela, où devrait-on s'arrêter pour distinguer le pétiole du limbe?

» Mais si les feuilles triangulaires ne sont composées que de gaînes et de pétioles, les feuilles fistuleuses des *Allium*, de l'*Asphodelus fistulosus, etc.*, qui ont un même mode de formation, ne sont aussi composées que d'une gaîne et d'un pétiole, car elles conservent encore un reste de la forme triangulaire que nous avons reconnue à la feuille du *Butomus;* telle est, en particulier, celle de l'*Asphodelus fistulosus*.

» Enfin, par une suite de déductions de même ordre, on arrive à conclure que les feuilles verticales des Iridées, des *Phormium, Dianella, etc.*, ne sont aussi que des pétioles; et puisque, d'une part, la verticalité du limbe des Iridées conduit si bien à l'explication du phyllode, en même temps qu'il en indique la nature, et que, d'un autre côté, les parties vaginales des feuilles de Dicotylédones se transforment si visiblement en pétioles, il est raisonnable de penser que les phyllodes ne sont aussi réellement que des pétioles, et nous arrivons ainsi, par une voie différente, à la même manière de voir que les autres botanistes.

» En admettant ces idées générales, on voit que l'on peut faire la distinction suivante, savoir : que les feuilles de Monocotylédones sont très-souvent formées *d'une gaîne et d'un pétiole seulement;* tandis que les feuilles de Dicotylédones ne sont le plus souvent formées que *d'un pétiole et d'un limbe*. Dans les premières, le limbe fait souvent défaut, pendant que dans les secondes, c'est plutôt la gaîne. On trouve d'ailleurs, dans les deux classes de végétaux, des feuilles constituées par les trois éléments présentant alors les caractères particuliers à chacun d'eux. »

BOTANIQUE. — *Faits d'anatomie générale et de physiologie observés sur les Cytinées. Nutrition et respiration des plantes parasites.* Note de **M. Ad. Chatin**, présentée par M. Duchartre. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Les recherches auxquelles je me suis livré sur les plantes de l'ordre des Cytinées n'intéressent pas seulement leur classification, la morphologie et la tératologie, mais aussi l'anatomie générale et la physiologie. Je viens aujourd'hui soumettre à l'Académie celles de mes observations relatives à ces dernières.

» I. Les faits qui importent à l'anatomie générale se peuvent résumer sommairement dans les propositions suivantes :

» Le tissu subéreux existe dans le rhizome (*Hydnora*).

» Le tissu utriculaire offre jusqu'à trois zones concentriques fort distinctes (rhizome de *l'Hydnora*).

» Les fibres corticales font défaut, et le tissu fibro-ligneux est d'une délicatesse très-grande.

» Les faisceaux vasculaires sont épars dans le plateau-tige de l'*Hydnora*, comme dans quelques Orobanchées et chez les plantes monocotylédones.

» Les vaisseaux sont de deux sortes, et non tous marqués d'étranglements répondant à des cloisons, comme l'assurait Meyer.

» Enfin, les deux types de direction générale (perpendiculaire et parallèle aux valves) des cellules du tissu fibreux des anthères existent ici, le premier dans l'*Hydnora*, le second dans le *Cytinus;* mais, quelle que soit la direction des cellules à filets, elles sont toujours, ceci étant un attribut général de l'ordre, ordonnées sur une seule assise.

» II. Mes recherches, en ce qui concerne la physiologie, se rapportent à deux fonctions importantes, la nutrition et la respiration.

» On croit encore assez généralement que les végétaux parasites tirent de leurs nourrices un aliment qu'ils n'ont plus qu'à s'assimiler pour leur développement, sans avoir à lui faire subir une nouvelle élaboration. De là cette croyance que les parasites partagent les qualités diverses des espèces nourricières. Mes observations, faites tant sur les Cytinées que sur les Orobanchées et les Loranthacées, sont peu favorables à cette manière de voir.

» On cite le Gui (*Viscum album*) comme étant plus riche en tannin quand il croît sur le Chêne que lorsqu'il vit sur le Peuplier (*Populus*), le Pommier (*Malus*), etc.; mais telle est l'inexactitude de cette assertion, que, suivant mes observations, le Gui du Chêne ne contient même pas la plus faible trace de vrai tannin, ou tannin gallique.

» Quant au *Loranthus* venu sur le *Strychnos*, et qui partagerait les propriétés toxiques de celui-ci, les expériences que j'ai faites ne s'accordent point avec celles antérieurement publiées.

» L'*Hydnora* est recherché comme aliment par les Africains, et cependant il croît sur des Euphorbes dont le suc âcre est un poison. Les sucs rouges et doucement astringents du *Cytinus* ne se retrouvent pas dans le Ciste, sa nourrice; ainsi encore, les qualités narcotiques du Chanvre (*Cannabis*) n'existent aucunement dans l'Orobanche qui vit sur lui en parasite, et qui contient au contraire, dans les utricules de son parenchyme, des gouttelettes oléo-résineuses qui manquent au Chanvre.

» Les Pédiculariées noircissent en séchant, en raison de la nature spéciale de leurs sucs; mais jamais rien de semblable ne se produit sur les espèces qui les nourrissent.

» Il est facile de multiplier les faits de cet ordre; mais ceux que j'ai cités suffisent à établir que les plantes parasites élaborent, changent profondément la séve puisée par elles dans leurs nourrices.

» Au point de vue des fonctions de respiration, il y a lieu de noter tout d'abord, chez les Cytinées, les données anatomiques suivantes :

» Absence de stomates;

» Coloration des tissus épidermiques avec présence, dans leurs utricules, d'une substance oléo-résineuse active sur l'atmosphère;

» Lacunes dans le parenchyme du rhizome;

» Enfin, fissures multiples du tissu cellulaire très-lâche de la surface externe dans l'appareil floral de l'*Hydnora*, seule partie de la plante que baigne l'atmosphère.

» J'ai repris et complété sur le *Cytinus* les expériences qu'après M. le professeur Lory (1) j'avais instituées autrefois sur les Orobanches (2). Comme celles-ci, et, sans doute, comme les autres parasites non vertes, le *Cytinus* forme, sous l'influence de la lumière et de l'air, et aux dépens de son carbone, de l'acide carbonique.

» Deux pieds de *Cytinus*, détachés de la nourrice au moment même de la mise en expérience et cubant ensemble 22 centimètres, ont fourni en douze heures, à la lumière solaire et à une température de 24 à 30 degrés centigrades, 30 centimètres cubes de gaz carbonique (le gaz était absorbé à mesure de sa production et remplacé par de l'oxygène qui maintenait sensiblement l'air dans sa constitution normale).

» Ces expériences, qui généralisent le fait de la respiration animale, quant au résultat chimique extérieur, des végétaux parasites non colorés en vert, démontrent-elles absolument que ces végétaux ne décomposent aucune portion de gaz carbonique? Telle ne sera pas ma conclusion, car la quantité recueillie de ce gaz pourrait n'être que la résultante fournie par deux phénomènes coexistants, l'un, moindre, de décomposition, l'autre, plus intense, de composition. L'analyse de ces phénomènes, incontestablement difficile, a été tentée par la recherche de l'action de l'atmosphère sur les

---

(1) Lory, *Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. VIII.

(2) Chatin, *Bulletin de la Société Botanique de France*, t. III.

principes immédiats du *Cytinus*, préalablement isolés des tissus. Mais j'avoue n'avoir réussi qu'à constater la production d'acide carbonique par deux des matières du *Cytinus*, savoir, par la substance oléo-résineuse, et par cette matière primitivement incolore qui existe dans la séve de toutes les plantes et donne naissance, par l'action de l'oxygène de l'air, à la matière brune qui colore les feuilles mortes.

» Je poursuis sur d'autres plantes, quelles que soient les probabilités de résultats encore négatifs, la recherche de corps immédiats pouvant déterminer, en dehors des tissus vivants, la réduction de l'acide carbonique.

» Si maintenant on considère que les Cytinées (comme les Orobanches) font une perte incessante, considérable, de carbone, et que cependant elles se maintiennent chargées de plus de matières hydrocarbonées que les espèces aux dépens desquelles elles vivent, on ne conservera plus aucun doute sur ce point : que les plantes (phanérogames) à parasitisme complet, y compris même celles qui sont absolument privées de stomates, modifient profondément la séve puisée par elles dans leurs nourrices.

» Quant au phénomène de non-décomposition du gaz carbonique par les végétaux complétement parasites et colorés autrement qu'en vert, le rapprochement des faits observés sur les Cytinées et sur les Orobanches permet de le regarder, avec plus de fondement que par le passé, comme l'expression d'une loi générale.

» J'ajoute que les parasites complètes, mais vertes (*Viscum*), et les demi-parasites, même celles plus ou moins colorées (*Melampyrum arvense*), décomposent au contraire l'acide carbonique, ainsi que le font les plantes communes, quelle que soit, suivant les expériences de Th. de Saussure et de P. de Candolle, leur coloration. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Application de la théorie mécanique de la chaleur à la discussion des expériences de* M. Regnault *sur la compressibilité des gaz.* Extrait d'une Note de **M. A. Dupré**, présentée par M. Bertrand.

« J'ai démontré, il y a plusieurs années, en m'appuyant sur le principe de l'égalité de rendement, une formule qui renferme les lois destinées à remplacer pour les gaz celles de Mariotte et de Gay-Lussac. Lorsque la température demeure constante, les volumes ne sont inversement proportionnels aux pressions qu'après qu'on les a tous augmentés d'une quantité *constante* c qui les complète et que j'appelle *covolume*. La relation à laquelle je suis parvenu est, en prenant pour unité le volume à zéro et sous

la pression 760,

(1) $$\frac{p}{760}\cdot\frac{v+c}{1+c}=(1+\alpha t);$$

elle donne, pour deux expériences faites à la même température, l'équation

$$pv+pc=p'v'+p'c,$$

d'où l'on déduit la valeur du covolume

(2) $$c=\frac{pv-p'v'}{p'-p}.$$

En multipliant par la fraction $\frac{760}{p'v'}$, qui diffère très-peu de l'unité, on obtient une autre valeur suffisamment approchée

(3) $$c=\frac{760}{p'-p}\left(\frac{pv}{p'v'}-1\right),$$

dans laquelle figure la fraction de M. Regnault, $\frac{pv}{p'v'}-1$, qui doit être, ainsi que la différence $pv-p'v'$, proportionnelle à $p'-p$ et non pas nulle, comme le veut la loi de Mariotte, applicable seulement aux gaz dont le covolume est négligeable. Je n'ai pu encore fixer la valeur de ce complément, toujours très-petit, que pour quelques gaz, et cela eût même été impossible sans les progrès si remarquables que M. Regnault a fait faire à l'art des expériences. Quant aux autres gaz, la proportionnalité dont il vient d'être question ne se montre point dans les résultats connus; elle est altérée par deux causes d'erreurs.

» La première, l'action condensante des surfaces, peut être, jusqu'à un certain point, étudiée analytiquement; mais il y a lieu à distinguer deux cas : celui où le gaz est éloigné de son point de liquéfaction, et celui où il en est assez voisin pour que l'attraction en change l'état. Dans le premier cas, que je considère seul ici, les lois de Mariotte et de Gay-Lussac donnent une approximation plus que suffisante; leur simplicité doit donc porter à en faire usage.

» Soient D' la densité du solide par rapport à l'eau, D la densité normale du gaz relativement à l'air, et par conséquent $\frac{1,3Dp}{1+\alpha t}$ sa densité par rapport à l'eau. L'attraction du solide sur une molécule gazeuse, à la distance r, est évidemment proportionnelle au produit des densités par une fonction de cette distance; elle est d'ailleurs proportionnelle à l'accroissement de pres-

sion et l'on a

(4) $$dp = -\frac{DD'p}{1+\alpha t}\varphi' r \,.\, dr,$$

ou, en intégrant depuis ∞ jusqu'à r et appelant p_0 la pression loin de la surface,

(5) $$p = p_0\, e^{\frac{DD'}{1+\alpha t}(\varphi\infty - \varphi r)}.$$

Au contact cette équation devient

(6) $$p_1 = p_0\, e^{\frac{DD'}{1+\alpha t}(\varphi\infty - \varphi 0)} = p_0\, A^{\frac{DD'}{1+\alpha t}},$$

A ayant la même valeur pour tous les corps.

» Si nous considérons maintenant le poids x du gaz dissimulé dans une tranche d'épaisseur dr, c'est-à-dire l'excès du poids de cette tranche sur celui d'un même volume de fluide situé loin de la surface, il est évidemment proportionnel à $\frac{D(p-p_0)\,dr}{1+\alpha t}$,

(7) $$dx = -\frac{BD(p-p_0)}{1+\alpha t}\,dr.$$

En substituant la valeur (5) de p, on arrive à l'équation

(8) $$x = \frac{BDp_0}{1+\alpha t}\int_r^\infty \left[e^{\frac{DD'}{1+\alpha t}(\varphi\infty - \varphi r)} - 1 \right] dr,$$

et le poids total s'obtient en faisant $r = 0$; il est

(9) $$x_0 = \frac{BDp_0}{1+\alpha t}\,F\left(\frac{DD'}{1+\alpha t}\right).$$

» Si D, D' et t varient de telle sorte que $\frac{DD'}{1+\alpha t}$ ne change point, les équations précédentes conduisent à plusieurs lois utiles :

» 1° Le rapport des pressions, en un point où l'attraction est efficace et loin du solide, est constant;

» 2° Le poids du fluide dissimulé par décimètre carré est proportionnel à la pression loin de la surface;

» 3° Il est proportionnel à la densité normale du gaz;

» 4° Il est en raison inverse du binôme de dilatation.

» Dans la plupart des expériences faites jusqu'ici, le corps solide employé était le verre et D' était à peu près invariable. Pour comparer l'hydrogène pris à zéro et sous une atmosphère, à l'azote par exemple, il faut prendre ce dernier gaz à une température qui donne

$$\frac{0,972}{1+\alpha t} = 0,06926,$$

c'est-à-dire à 3577 degrés. Si on l'a chauffé à volume constant en partant des circonstances normales, les poids dissimulés seront dans le rapport de 0,972 à 0,06926. Pour qu'ils soient égaux, l'azote devrait encore être amené à une densité quatorze fois plus faible, et il y a tout lieu de présumer que, pour l'hydrogène, l'action condensante des surfaces doit être difficilement appréciable à la balance. Quand l'acide carbonique ne se liquéfie pas, il faut le prendre à 144 degrés pour qu'il soit comparable avec l'air à zéro.

» La seconde cause d'erreurs consiste en ce que le mercure, en montant dans les tubes au moment de la compression des gaz, ne s'applique pas exactement contre le verre; une petite couche de fluide *non raclé* sépare ces deux substances, et elle n'est pas toujours négligeable. Si on appelle y le rapport de son poids au poids total du gaz, et si on néglige les termes du second degré par rapport à c et y, la relation (3) devient, en conservant p' pour désigner la valeur observée,

$$(10) \qquad c = \frac{760}{p'-p}\left(\frac{pv}{p'v'} - 1\right) + \frac{760}{p'-p}\,y.$$

On voit que le gaz non raclé par le mercure tend à augmenter numériquement le covolume lorsqu'il est positif, et à le diminuer lorsqu'il est négatif.

» Appliquons d'abord ce qui précède aux résultats que donne M. Regnault dans le tome Ier de la relation de ses expériences, page 148. Il y indique les poids $19^{gr},5396$; $9^{gr},5845$; $5^{gr},7345$ de l'acide carbonique contenu dans un ballon sous les pressions 760; 374,13; 234,17. Si on appelle P et P' deux d'entre eux correspondant aux pressions p et p', la relation (2) devient

$$(11) \qquad c = \frac{Pp' - P'p}{P'(p'-p)}.$$

Elle donne, en accouplant la première expérience successivement avec la seconde et la troisième,

$$c = 0,007065 \quad \text{et} \quad c = 0,007151.$$

La première valeur est déterminée dans des circonstances évidemment moins favorables, et il est étonnant qu'elle diffère aussi peu de la seconde. Cela tient en partie à ce que, dans cette manière d'étudier la loi de compressibilité à l'aide de la balance, on évite entièrement la seconde cause d'erreurs et on rend la première inefficace, puisque, d'après mon second théorème, les poids P et P′ subissent des altérations proportionnelles qui sont sans influence sur la valeur de c (11). Cette méthode me paraît la meilleure pour la mesure des covolumes; on aurait une grande précision en augmentant les différences de tension employées.

» A la page 388, M. Regnault donne, dans la neuvième colonne du troisième tableau, trente-huit valeurs que prend sa fonction pour l'acide carbonique étudié en le forçant à occuper dans un long tube deux volumes, l'un double de l'autre, et cela sous des pressions très-variées. J'ai appliqué à ces résultats la formule (3), et j'ai trouvé des valeurs de c qui montrent une influence de la seconde cause d'erreurs qui croît irrégulièrement avec la pression; la première n'agit point encore ici, car le poids de l'air dissimulé reste constant quand la surface condensante et le volume diminuent, puisque la pression croît dans le même rapport.

» J'ai calculé de la même manière vingt-deux valeurs du covolume de l'hydrogène, au moyen des nombres contenus dans la neuvième colonne du cinquième tableau, page 399; la moyenne est

$$-c = 0{,}000554,$$

et les écarts sont en général très-faibles. Il paraît que la fluidité bien connue de l'hydrogène s'oppose à ce qu'il en reste une couche appréciable entre le verre et le mercure.

» Des résultats contenus dans le tome II, aux pages 235, 237, 238, 239, conduisent aux nombres 0,0012; 0,00175; 0,00202; 0,0064 pour les volumes de l'air, de l'oxygène, de l'oxyde de carbone et du protoxyde d'azote; mais les différences sont plus grandes, et ces valeurs non corrigées pour la seconde cause d'erreurs sont beaucoup moins sûres. »

Cette Note et celles auxquelles elle fait suite sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Regnault et Bertrand.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales aux différences finies.* Note de M. **Fédor Thoman**, présentée par M. Bertrand.

(Commissaires, MM. Duhamel, Bertrand.)

« Le calcul des intégrales aux différences finies présente encore plusieurs

lacunes concernant les formules générales. Euler, le premier géomètre qui s'en soit occupé, a donné les termes du développement de $\Delta^n \varphi(x)$; mais la formule inverse $\Sigma^n y$ n'a pas encore été obtenue.

» On sait que l'intégrale $\Sigma^n y$ est de la forme

$$\Sigma^n y = \frac{1}{h^n}\int^n y\,dx^n + \frac{\alpha}{h^{n-1}}\int^{n-1} y\,dx^{n-1} + \frac{\beta}{h^{n-2}}\int^{n-2} y\,dx^{n-2} + \ldots$$
$$+ \frac{\mu}{h}\int y\,dx + \nu y + \rho h\,dy_x + \ldots,$$

et que les constantes $\alpha, \beta, \gamma, \ldots,$ sont les coefficients de la série

$$\frac{1}{(e^h - 1)^n} = \frac{1}{h^n} + \frac{\alpha}{h^{n-1}} + \frac{\beta}{h^{n-2}} + \ldots + \frac{\mu}{h} + \nu + \rho h + \ldots,$$

ce qui a donné lieu à l'expression due à Lagrange :

$$\Sigma^n y = \left(e^{\frac{hd}{dx}} - 1\right)^{-n} y.$$

Mais cette expression, loin d'être une formule mathématique, n'est au fond qu'un renvoi à une autre formule, et ne donne nullement la loi des termes consécutifs ; et cette loi est d'autant plus difficile à établir, que les termes proviennent de la division par un série infinie élevée à une puissance quelconque.

» La méthode suivante établit la loi des termes du développement de $\Sigma^n y$ par un calcul très-simple, au moyen des nombres de Bernoulli.

» Comme il s'agit d'abord de connaître les termes de la série infinie $\frac{1}{(e^\varphi - 1)^n}$, soit :

$$A = (e^\varphi - 1)^{-1}, \quad B = (e^\varphi - 1)^{-2}, \quad C = (e^\varphi - 1)^{-3}, \ldots,$$

on a directement

$$B = -A - dA_\varphi,$$
$$C = -B - \frac{1}{2}dB_\varphi,$$
$$D = -C - \frac{1}{3}dC_\varphi,$$
$$E = -D - \frac{1}{4}dD_\varphi;$$

par conséquent, les valeurs des puissances consécutives de $\frac{1}{(e^\varphi - 1)}$, et par

suite celles des intégrales d'un ordre quelconque, s'obtiennent au moyen de simples différentiations successives.

» En désignant par $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{D}$,..., les nombres de Bernoulli, on a d'abord

$$\frac{1}{e^{\varphi}-1} = \frac{e^{-\frac{\varphi}{2}}}{e^{\frac{\varphi}{2}} - e^{-\frac{\varphi}{2}}} = \frac{1}{2}\cot\text{hyp}\,\frac{\varphi}{2} - \frac{1}{2}$$
$$= \frac{1}{\varphi} - \frac{1}{2} + \frac{\mathfrak{A}\varphi}{(2)} - \frac{\mathfrak{B}\varphi^3}{(4)} + \frac{\mathfrak{C}\varphi^5}{(6)} - \frac{\mathfrak{D}\varphi^7}{(8)} + \ldots,$$

par conséquent :

$$\Sigma y = \frac{1}{h}\int y\,dx - \frac{y}{2} + \frac{\mathfrak{A}h}{(2)}dy_x - \frac{\mathfrak{B}h^3}{(4)}d^3y_x + \frac{\mathfrak{C}h^5}{(6)}d^5y_x - \frac{\mathfrak{D}h^7}{(8)}d^7y_x.$$

C'est la formule de Maclaurin (*Treatise of fluxions*, art. 828).

» De là on obtient immédiatement l'intégrale du second ordre

$$\Sigma^2 y = -\Sigma y + \frac{1}{h^2}\int^2 y\,dx^2 - \frac{\mathfrak{A}}{2}y + \frac{3\mathfrak{B}h^2}{(4)}d^2y_x - \frac{5\mathfrak{C}h^4}{(6)}d^4y_x + \frac{7\mathfrak{D}h^6}{(8)}d^6y_x - \ldots,$$

ou, en remplaçant Σy par sa valeur,

$$\Sigma^2 y = \frac{1}{h^2}\int^2 y\,dx^2 - \frac{1}{h}\int y\,dx + \frac{5}{12}y - \frac{\mathfrak{A}h}{(2)}dy_x + \frac{3\mathfrak{B}h^2}{(4)}d^2y_x + \frac{\mathfrak{B}h^3}{(4)}d^3y_x$$
$$- \frac{5\mathfrak{C}h^4}{(6)}d^4y_x - \frac{\mathfrak{C}h^5}{(6)}d^5y_x$$
$$+ \frac{7\mathfrak{D}h^6}{(8)}d^6y_x + \frac{\mathfrak{D}h^7}{(8)}d^7y_x - \ldots.$$

De la même manière on obtient la valeur de l'intégrale du troisième ordre :

$$\Sigma^3 y = -\Sigma^2 y + \frac{1}{h^3}\int^3 y\,dx^3 - \frac{1}{2h^2}\int^2 y\,dx^2 + \frac{\mathfrak{A}y}{2.(2)} - \frac{1.3\mathfrak{B}h}{(4)}dy_x - \frac{3\mathfrak{B}h^2}{(4)}d^2y_x$$
$$- \frac{2.5\mathfrak{C}h^3}{(6)}d^3y_x - \frac{5\mathfrak{C}h^4}{(6)}d^4y_x$$
$$+ \frac{3.7\mathfrak{D}h^5}{(8)}d^5y_x - \frac{7\mathfrak{D}h^6}{(8)}d^6y_x$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Toutes ces intégrales s'appliquent à la sommation des séries.

» L'intégrale du premier ordre sert à déterminer les séries de la forme :

$$S = \varphi(x) + \varphi(x+\omega) + \varphi(x+2\omega) + \ldots + \varphi(x+n\omega);$$

l'intégrale du second ordre celles de la forme :

$$S = a.\varphi(x) + (a+\theta)\varphi(x+\omega) + (a+2\theta)\varphi(x+2\omega) + \ldots + (a+n\theta)\varphi(x+n\omega).$$

L'intégrale du troisième ordre sert à sommer les séries dont les coefficients forment une progression arithmétique du second degré, par exemple :

$$S = a^2\varphi(x) + (a+\theta)^2\varphi(x+\omega) + (a+2\theta)^2\varphi(x+2\omega) + \ldots + (a+n\theta)^2\varphi(x+n\omega).$$ »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la composition de la banane du Brésil; par* **M. B. Corenwinder.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Decaisne, Peligot, Gay.)

« Les chimistes se sont peu occupés jusqu'à ce jour de l'étude de la banane, et cependant cette production tropicale méritait bien de fixer leur attention, puisqu'elle forme une des bases de la nourriture des populations qui habitent le voisinage de l'équateur. M. Boussingault, il est vrai, a indiqué dans son Traité d'Économie rurale la nature des éléments qui entrent dans la composition de ce fruit; mais il n'en a pas fait une analyse quantitative. Ayant eu l'occasion de recevoir du Brésil une certaine quantité de bananes qui me sont parvenues bien saines et en parfait état de maturité, j'ai profité de cette occasion pour les soumettre à quelques recherches dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie.

» D'après ces recherches, la composition chimique de la banane mûre du Brésil, dépouillée de sa cosse, peut se représenter par les chiffres suivants :

Eau		73,900
Albumine végétale		4,820
Cellulose		0,200
Matières grasses		0,632
Sucre de canne, sucre interverti Acide organique, pectose, traces d'amidon		19,657
Acide phosphorique	0,062	0,791
Chaux, alcalis, chlore, fer, etc.	0,729	
		100,000

» On suppose que dans les bananes qui mûrissent sur l'arbre qui les produit, il n'y a que du sucre de canne : ce fait peut être vérifié par les chimistes qui habitent les régions équinoxiales.

» La quantité d'albumine végétale a été déterminée par deux dosages d'azote qui m'ont donné des résultats parfaitement concordants.

» M. Boussingault nous ayant fait connaître les rendements en bananes d'un hectare de terre, dans quelques contrées situées entre les tropiques, on peut comparer la production en matière azotée d'un champ de bananes à celle d'un champ de même superficie cultivé en blé ou en pommes de terre, dans les pays tempérés. On reconnaît par cette comparaison que la récolte tropicale est bien plus féconde en substances essentiellement nutritives que celle de nos climats.

» Les cosses de la banane mûre donnent par l'incinération des matières fixes contenant beaucoup de potasse et des chlorures. Ces cendres ont la composition suivante :

Carbonate de potasse	47,98
Carbonate de soude	6,58
Chlorure de potassium	25,18
Phosphates de potasse et de soude, peu de sulfate	5,66
Charbon	7,50
Chaux, silice, phosphates terreux, fer, etc.	7,10
	100,00

» On remarque que ces cendres sont particulièrement riches en carbonate de potasse et en chlorure de potassium, deux sels qui ont une grande valeur dans le commerce, surtout le premier. »

PATHOLOGIE. — *Résultat d'une enquête suivie avec le plus grand soin dans 57 asiles, sur les cas de pellagre consécutive à l'aliénation mentale observés chez les aliénés de ces établissements.* Note de M. **Billod**.

(Renvoyé, comme les précédentes communications relatives à la pellagre, à l'examen de la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

« Le résultat de cette enquête, exposé dans les tableaux joints à ma Note, peut être résumé dans les propositions suivantes :

» 1° Que sur 57 asiles 44 ont présenté des cas de pellagre consécutive.

» 2° Que le nombre de ces cas s'est élevé à 561 pour une population moyenne de 28 000 environ, soit 20 par 1000 aliénés.

» 3° Que sur les 13 asiles dans lesquels il n'en a pas été constaté, il en est 2 (Dôle et Saint-Alban) pour lesquels la chose est certaine et 11 pour lesquels il y a lieu de réserver toute opinion à défaut de renseignements.

» 4° Qu'en dehors des asiles il a été constaté 6 cas de pellagre consécutive à l'aliénation.

» 5° Qu'il en a été observé 4 dans des maisons de santé.

» 6° Qu'en additionnant tous ces chiffres on a un total de 571 cas connus de pellagre consécutive, contre 80 cas à peine de pellagre sporadique, depuis les premières observations jusqu'aux plus récentes.

» En énonçant ces faits je tiens à constater :

» 1° Que le régime alimentaire des asiles dans lesquels il n'a pas été signalé de pellagre n'est pas meilleur que celui des asiles dans lesquels il en a été signalé, et que dans ces derniers la pellagre s'est montrée indifféremment et abstraction faite de toute différence dans ce même régime alimentaire.

» 2° Que la plupart des pellagreux des asiles appartenant à la classe indigente étaient soumis dans leur milieu antérieur aux plus déplorables conditions hygiéniques et n'y avaient pas contracté la pellagre.

» 3° Que s'ils l'ont contractée après être devenus aliénés et dans les conditions hygiéniques relativement excellentes qui constituent le régime des asiles, ce ne peut être évidemment sous l'influence de ces mêmes conditions.

» 4° Que, de l'aveu de tous les médecins compétents, si l'hygiène d'établissements dans lesquels les aliénés ont du pain blanc à discrétion, de la viande cinq fois par semaine, du vin tous les jours, avec de bonnes conditions de vêture et d'habitation, était l'hygiène des indigents de Lombardie, des Landes et des Asturies, il est peu probable qu'un seul fût atteint de la pellagre, ce mal de misère.

» Or, si les aliénés des asiles deviennent pellagreux dans de telles conditions, qui réaliseraient bien au delà pour nos paysans le vœu de la poule au pot d'Henri IV, on est rigoureusement conduit à admettre pour l'explication de ce fait une influence autre que celle de ces conditions, et, pour qui a pu apprécier, comme les observateurs spéciaux, son action débilitante, cette influence ne peut être que celle de l'aliénation mentale.

» 5° Que si, dans les asiles, les aliénés pensionnaires, à l'encontre des aliénés indigents, n'ont pas en général la pellagre, cela tient, on ne peut plus évidemment, à ce que les aliénés pensionnaires sont préservés par l'hygiène de toute leur vie antérieure contre les effets débilitants de l'aliénation men-

tale, tandis que les aliénés indigents y sont, au contraire, fatalement préparés par la leur.

» De ce qui précède on peut donc rigoureusement conclure :

» 1° Que la pellagre est très-fréquente dans les asiles d'aliénés, plus fréquente même qu'aucune des complications connues de l'aliénation mentale.

» 2° Qu'elle ne saurait y être attribuée aux conditions hygiéniques propres à ces établissements.

» 3° Que la principale, pour ne pas dire la seule cause de la pellagre dans les asiles d'aliénés, cause prédisposante bien entendu, est l'aliénation mentale, dont les effets débilitants viennent s'ajouter à ceux d'une mauvaise hygiène antérieure.

» Les données sur lesquelles repose cette Note seront publiées *in extenso* dans un document que j'espère soumettre prochainement au jugement de l'Académie. »

CHIRURGIE. — *Sur les inconvénients et les dangers des cautérisations intra-utérines profondes.* Note de **M. Nonat.**

« Dans la séance du 12 octobre dernier, M. le professeur Courty (de Montpellier) a communiqué à l'Académie des Sciences une *Note sur l'innocuité et sur l'efficacité de la cautérisation des cavités utérines.*

» On est surpris, en lisant ce travail, des succès si nombreux et si constants annoncés par l'auteur. Il affirme, en effet, n'avoir jamais vu survenir aucun accident, ni primitif, ni secondaire, dans 300 cas de cautérisation actuelle de la cavité cervicale de l'utérus, non plus que dans 500 observations de leucorrhée chronique ou de granulations intra-utérines traitées au moyen du crayon de nitrate d'argent laissé à demeure dans la cavité de la matrice.

» Nous sommes obligé de convenir que ces deux modes de cautérisation de l'utérus sont loin d'avoir fourni des résultats aussi avantageux à Paris qu'à Montpellier. Je pourrais citer ici plusieurs faits empruntés, soit à ma pratique, soit à celle de confrères très-distingués, particulièrement de Chomel et Aran, de MM. Richet, Jobert de Lamballe, Demarquay, Leudet, etc., qui témoignent des dangers que peut entraîner la cautérisation énergique et profonde des cavités utérines, telle que la préconise M. Courty.

» Il est incontestable que des rétrécissements et même des oblitérations du conduit utérin peuvent être la conséquence de la cautérisation avec le fer rouge ou de la cautérisation au nitrate d'argent fondu abandonné dans

la cavité utérine, suivant le procédé de M. Richet (car ce chirurgien avait employé ce mode de cautérisation dès l'année 1850, c'est-à-dire bien avant M. Courty). Mais un accident plus fréquent et plus redoutable encore, c'est la production d'une métro-péritonite ou de phlegmasies péri-utérines suraiguës pouvant amener la suppuration et la mort. M. Courty n'a même pas signalé l'éventualité de ces funestes complications; et ses conclusions trop optimistes sont de nature à inspirer une sécurité dangereuse à ceux qui seraient tentés de l'imiter.

» Une longue expérience m'a démontré combien il est essentiel de se défier de la prétendue innocuité des cautérisations intra-utérines profondes, de se garder d'abuser de cette pratique et de n'y avoir recours qu'à bon escient et avec la plus grande circonspection.

» M. Courty ne voit d'autre contre-indication à l'emploi du fer rouge ou des caustiques que l'existence bien avérée d'un état inflammatoire de l'utérus. A mes yeux, il est une contre-indication plus importante et plus formelle encore, c'est la présence des phlegmasies de la région péri-utérine qui coexistent si souvent avec les maladies de la matrice. J'ai assez longuement développé ce point de pratique dans mon *Traité des maladies de l'utérus* et dans un travail spécial inséré en 1862 dans la *Revue médicale de Paris*, pour qu'il soit inutile aujourd'hui d'insister davantage sur ce sujet. »

(Renvoi à l'examen de la Commission nommée pour le Mémoire de M. Courty.)

M. de Caligny soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « *Considérations nouvelles sur la théorie de la chaleur appliquée au calcul des effets des compresseurs à la colonne d'eau du mont Cenis* ».

(Commissaires, MM. Morin, Combes.)

M. Valin présente des considérations sur l'opération métallurgique connue sous le nom de *Pattinsonage;* cette opération, qui n'est autre chose que la concentration de l'argent dans le plomb d'œuvre par voie de cristallisation, serait, suivant M. Valin, applicable dans des circonstances autres que celles où jusqu'à présent on y a eu recours. Il reconnaît d'ailleurs n'avoir pas fait les essais nécessaires pour confirmer cet espoir, qui ne repose jusqu'à présent que sur des vues théoriques.

(Commissaires, MM. Pelouze, Regnault, H. Sainte-Claire Deville.)

M. **Freytag** adresse de Livourne deux Notes relatives au calcul des sinus.

(Commissaires, MM. Morin, Bertrand.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui faire savoir si elle s'est fait rendre compte d'un Mémoire de *M. Harembert* sur la phrénologie, présenté à la séance du 16 mai 1859.

Ce Mémoire a été soumis à l'examen de MM. Serres et Geoffroy, qui ne l'ont pas jugé de nature à devenir l'objet d'un Rapport. On portera cette décision à la connaissance de M. le Ministre.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le n° 5 des Brevets d'invention pris dans le cours de l'année 1863.

M. le Ministre de la Marine adresse la livraison de novembre de la « Revue maritime et coloniale ».

L'Académie impériale des Sciences de Vienne adresse une nouvelle partie de ses Mémoires et plusieurs livraisons de ses *Comptes rendus* pour l'année 1863 (classes des Sciences physiques et mathématiques).

CHIMIE MÉTALLURGIQUE. — *De l'influence des flux sur la composition des fontes manganésifères.* Note de **M. H. Caron**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une des dernières Notes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (1), j'ai fait voir par des expériences appuyées d'analyses que le manganèse servait dans les fontes à expulser le soufre et souvent le silicium ; j'ajoutais que les fontes chargées de manganèse, pouvant servir à améliorer les fontes sulfureuses et siliceuses, auraient d'autant plus de valeur qu'elles seraient plus riches en manganèse. Dès lors, il était important de chercher les moyens d'extraire d'un minerai donné la fonte la plus chargée de ce métal épurateur.

» Toutes choses égales d'ailleurs, il y a deux causes qui influent singu-

(1) *Comptes rendus*, 1863, p. 828.

lièrement sur la richesse des fontes en manganèse : 1° le fondant employé dans la réduction du minerai ; 2° la température à laquelle s'effectue cette réduction. J'ai constaté les effets de ces deux causes par des expériences que je demande la permission de rapporter ici.

» Le minerai avec lequel j'ai opéré est un carbonate de fer et de manganèse ayant la composition suivante :

Carbonate de fer	71,0
Carbonate de manganèse	13,3
Carbonate de magnésie	11,2
Carbonate de chaux	0,2
Silice (quartz)	4,3
	100,0

» Plusieurs kilogrammes de ce minerai ont été finement pulvérisés et mélangés avec soin de manière à offrir un tout bien homogène ; dans chacun des essais dont je vais donner les résultats, j'ai employé une même quantité de ce minerai ; le charbon de bois mélangé avec le minerai a été employé dans les mêmes conditions ; enfin, les creusets étaient tous brasqués avec un mélange de graphite de cornue à gaz et de mélasse ou de coal-tar (1).

» Le tableau suivant indique l'espèce et la quantité des fondants employés pour 100 de minerai, et en regard la couleur des fontes obtenues ainsi que leur teneur en silicium et en manganèse. Dans les expériences n° 1 à n° 5 inclus, la température employée pour la réduction a toujours été sensiblement la même ; la température pour le n° 6 a été aussi basse que possible (assez élevée cependant pour permettre à la fonte de se rassembler) ; dans l'essai n° 7, au contraire, j'estime que la chaleur aurait été largement suffisante pour fondre quelques centaines de grammes d'acier doux.

	Fondant.		Couleur de la fonte.	Manganèse pour 100.	Silicium pour 100.	
N° 1.	Carbonate de chaux.	10	Blanche.	7,93	0,05	
N° 2.	Carbonate de chaux.	5	Blanche.	6,32	0,08	
N° 3.	Fluorure de calcium.	5	Truitée.	4,70	0,30	
N° 4.	Terre siliceuse	5	Grise.	3,81	0,55	
N° 5.	Terre siliceuse	10	Très-grise.	2,25	0,76	
N° 6.	Terre siliceuse	5	Grise.	3,90	0,50	à basse température.
N° 7.	Terre siliceuse	5	Grise.	2,10	0,75	à haute température.

(1) Cette brasque résiste admirablement, même pour la réduction du manganèse ; mais avant de l'employer, il est nécessaire de débarrasser le graphite des matières étrangères (4 à 5 pour 100 environ) qu'il contient, et notamment du soufre dont il renferme plus de 1 pour 100.

» Les essais n°s 1, 2, 3, 4 et 5 montrent que pour obtenir avec un minerai donné les fontes les plus riches en manganèse, il faut employer dans les fondants autant de chaux qu'on pourra en introduire sans nuire à la fusibilité des laitiers. On voit, au contraire, que la proportion de manganèse diminue lorsqu'on augmente la quantité de fondant siliceux, et, chose remarquable, à mesure que le manganèse disparaît, le silicium le remplace dans la fonte.

» La température employée pour la réduction exerce aussi une influence notable sur la richesse de la fonte en manganèse; les essais n°s 6 et 7 montrent que plus la température a été élevée, moins on trouve de manganèse dans la fonte, mais aussi plus on y rencontre de silicium. Comme dans les essais précédents, le silicium et le manganèse semblent s'exclure réciproquement.

» Il ne sera pas non plus sans intérêt de remarquer la nature des fontes obtenues. La chaux en quantité suffisante donne des fontes blanches, la silice des fontes grises; un simple changement de flux suffit donc, la température restant la même, pour obtenir *à volonté* une fonte blanche ou une fonte grise, une fonte *à acier* ou une fonte *à fer*.

» Je n'insisterai pas davantage sur ces résultats qui seront parfaitement appréciés par les praticiens, je me bornerai à rappeler que je ne parle aujourd'hui que des fontes obtenues avec des minerais de fer contenant de l'oxyde de manganèse ou mélangés avec lui; la chaux n'a pas précisément la même influence sur les minerais non manganésifères; mais la question mérite d'être traitée d'une manière toute spéciale, et je demanderai la permission d'y revenir plus tard.

» Les essais dont je viens de soumettre les résultats à l'appréciation de l'Académie ne sont, je ne saurais trop le dire, que des expériences de laboratoire; j'espère néanmoins qu'ils pourront être de quelque utilité. Ainsi, les maîtres de forges qui mélangent actuellement des minerais riches en manganèse avec leurs minerais ordinaires (sulfurés ou silicés), dans le but d'améliorer leurs produits, pourront sans crainte augmenter peu à peu la quantité de castine qu'ils emploient habituellement, sans diminuer toutefois d'une manière inquiétante la liquidité de leurs laitiers; si les fondants ainsi modifiés devenaient par trop réfractaires, une addition de sel marin ou de chlorure de calcium leur rendrait bientôt toute la fusibilité désirable (1).

---

(1) En traitant par le carbonate de chaux les résidus de la fabrication du chlore, on obtient une liqueur contenant du chlorure de manganèse et du chlorure de calcium. Cette liqueur,

Dans ce cas, l'emploi du spath fluor ou de la kryolithe (1) produirait les mêmes effets; mais ces corps, surtout le dernier, contenant toujours des quantités notables d'acide phosphorique essentiellement nuisible au métal qu'on veut produire, il serait indispensable d'agir alors avec la plus grande prudence. »

PHYSIQUE. — *Sur les raies du spectre solaire ultra-violet.* Note de M. MASCART, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le dessin du spectre solaire ultra-violet, avec la plupart des raies qu'il renferme. La méthode dont j'ai fait usage pour obtenir ce résultat est la copie exacte de celle qui sert à l'observation du spectre lumineux. J'ai employé un goniomètre à collimateur dont les deux lentilles sont en quartz taillé perpendiculairement à l'axe optique, de sorte que les rayons les traversent dans des directions peu inclinées sur cet axe. Le prisme réfringent est aussi en quartz, taillé parallèlement à l'axe, et j'observais généralement le spectre extraordinaire, qui est le plus dévié. Un pareil système de lentilles est complétement dépourvu d'achromatisme, mais ce défaut n'empêche pas de produire un spectre pur, et n'a d'autre effet que de donner lieu à un changement de point considérable quand on passe des rayons les moins réfrangibles aux plus réfrangibles. La monture de l'oculaire de la lunette porte un réticule à fils croisés, et l'oculaire lui-même est terminé à son extrémité intérieure par une plaque photographique dont la face sensible vient se placer exactement derrière le réticule, de manière à prendre l'empreinte du phénomène qui se produit dans son plan.

» Cette disposition permet de mettre rapidement au point la région chimique que l'on veut explorer, bien qu'elle soit invisible. Il suffit en effet de produire dans le plan du réticule une image nette de la limite extrême du spectre lumineux, de la raie H par exemple; on enfonce alors l'oculaire un peu plus loin pour porter le point vers les parties plus réfrangibles, et l'on

---

débarrassée, par la filtration ou la décantation, de l'arsenic et du phosphore qu'elle contenait, et desséchée ensuite, deviendrait un fondant précieux, si on parvenait à l'obtenir à bon marché.

(1) Le spath fluor et la kryolithe donnent toujours un rendement plus considérable en fonte.

fait une expérience en remplaçant l'oculaire à lentilles par l'oculaire photographique. L'examen de l'épreuve obtenue indique dans quel sens il faut encore déplacer le réticule. Le défaut d'achromatisme des lentilles ne permet d'obtenir de la netteté qu'entre des limites assez restreintes, et, comme l'énergie de l'action est très-inégale dans les différents points, le temps d'exposition doit varier aussi ; il est donc nécessaire de multiplier les expériences, et il ne faut pas moins de huit épreuves différentes pour reproduire nettement le spectre chimique tout entier.

» On conçoit aisément qu'on puisse arriver à une grande finesse de détails, parce que les rayons, concentrés sur une très-petite surface, conserveront toujours une action suffisamment énergique, quelque petite que soit la largeur de la fente. Je me servais de collodion assez sensible pour donner une photographie ordinaire en cinq ou six secondes, et le temps d'exposition dans mes expériences n'a jamais dépassé une minute et demie. On peut mettre les épreuves obtenues dans un microscope solaire, et prendre des reproductions positives agrandies, mais les résultats sont médiocres à cause du peu d'étendue de l'espace qui est au point ; il vaut mieux les examiner au microscope, mesurer les distances des raies avec une vis micrométrique montée sur le porte-objet, et les dessiner avec le plus grand soin. C'est ainsi que mon dessin a été obtenu ; les distances ne sont pas rigoureusement proportionnelles aux déviations, à cause des petites variations de grossissement ; j'ai cherché surtout à reproduire l'aspect général, la forme de chaque groupe et les intensités relatives des raies.

» Plusieurs physiciens, notamment MM. Ed. Becquerel, Stokes, Esselbach, se sont déjà occupés de cette question et ont désigné par des lettres les groupes de raies principaux. Leurs dénominations ne sont pas toujours concordantes, les dessins sont quelquefois assez imparfaits pour qu'il soit difficile de les reconnaître, et, en outre, on a donné des noms, tantôt aux espaces obscurs, tantôt aux espaces brillants. J'ai pris pour guide la planche publiée par M. Müller dans son *Traité de Physique*, en appliquant chaque lettre à la raie obscure la plus remarquable du groupe qu'elle servait à désigner.

» Pour donner une idée de la précision que l'on peut atteindre, il me suffira de faire remarquer que le spectre lumineux dessiné par Fraünhofer comprend 320 raies depuis A jusqu'à H, et que, dans un espace angulaire à peu près égal, depuis H jusqu'à S, j'ai pu en indiquer plus de 280 ; les résultats sont donc tout à fait comparables à ceux qu'on obtient avec la lumière. On peut d'ailleurs augmenter la dispersion en multipliant les prismes réfringents, comme l'a fait M. Kirchhoff, observer de la même manière les

raies chimiques brillantes des flammes colorées et les comparer aux raies obscures du spectre solaire. Je me propose de reprendre ce sujet quand les circonstances me le permettront.

» Enfin, la mesure des déviations et des longueurs d'onde peut se faire avec toute l'exactitude désirable. Le réticule qui se trouve en avant de la plaque sensible se projette et se dessine sur l'épreuve; on connaît donc le rayon qui correspond à la déviation observée. En échelonnant un grand nombre de mesures semblables dans toute l'étendue du spectre chimique, on peut aisément, à l'aide d'un dessin, en conclure la déviation d'une raie située entre deux positions du réticule. Les longueurs d'onde se mesurent avec la même facilité; j'ai obtenu des résultats excellents avec un réseau divisé au 440e de millimètre; mais je n'ose encore publier aucun nombre, parce que j'ai repris aussi la mesure des longueurs d'onde des rayons lumineux, et que je suis conduit à des résultats trop différents de ceux de Fraünhofer pour les accepter sans de nombreuses vérifications. »

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Expériences nouvelles pour constater l'électricité du sang et en mesurer la force électromotrice.* Extrait d'une Note de **M. H. Scoutetten**, présentée par M. Velpeau.

« .... Notre première communication sur ce sujet ayant donné lieu à des objections dont nous devons tenir compte, nous nous sommes appliqué à modifier notre procédé expérimental. Avant d'en donner la description, nous ne pouvons manquer de témoigner notre gratitude envers plusieurs physiciens qui ont bien voulu nous aider de leurs conseils, et notamment envers M. Matteucci. C'est d'après ses suggestions que nous avons abandonné le platine et que nous l'avons remplacé par le zinc.

» Les électrodes sont donc en zinc amalgamé; le sang rouge et le sang noir sont mis dans un vase divisé en deux compartiments par une cloison poreuse; deux autres vases contiennent une dissolution de sulfate de zinc saturée et neutre; des mèches de coton plongent dans l'un et l'autre sang; deux autres mèches de même nature plongent dans la dissolution de sulfate de zinc; ces mèches sont rapprochées, jusqu'au contact, de celles qui sont dans les deux sangs; les électrodes en zinc sont également plongées dans la dissolution; un fil en laiton les relie au galvanomètre, et le circuit est établi. Trouvant quelques inconvénients à plonger des mèches de coton dans des liquides qui se coagulent, nous les avons remplacées par de petits vases poreux contenant la dissolution de sulfate de zinc. Cettte légère modifica-

tion de l'appareil ne porte aucune atteinte au principe sur lequel il est établi; elle ne fait qu'en rendre l'application plus facile, elle évite aussi ou diminue l'influence des phénomènes d'endosmose. Voici notre appareil simplifié.

» Un grand vase en porcelaine, à large ouverture, de la capacité d'un litre et demi, a été rempli, à moitié, de sang veineux; au milieu de ce liquide plongeait le vase poreux contenant 400 grammes de sang artériel; deux autres petits vases poreux, de 60 centimètres cubes de capacité, contenaient la dissolution de sulfate de zinc; ces petits vases plongeaient en même temps dans l'un et l'autre sang; les électrodes zinc plongeaient dans la dissolution et ne touchaient pas le sang.

» Dès que les électrodes, rattachées préalablement au galvanomètre par des fils de laiton, pénétrèrent dans le liquide, le courant s'établit aussitôt.

» Nos expériences furent faites le 29 octobre, à sept heures du matin, en présence de chimistes, de physiciens et de médecins distingués. Le sang était fourni par un cheval fort âgé, bien portant, mais destiné à être abattu dans la journée. Le sang artériel sortait de la carotide droite en même temps que le sang veineux s'échappait de la veine jugulaire gauche; le vase poreux contenant le sang artériel fut plongé aussitôt dans le sang veineux, et tout l'appareil fut entouré d'eau à la température de 40 degrés centésimaux pour ralentir la coagulation. Les petits vases poreux contenant la dissolution de sulfate de zinc furent enfoncés, jusqu'aux deux tiers de leur hauteur, dans l'un et l'autre sang; les électrodes en zinc amalgamé y furent plongées lentement et simultanément, et aussitôt le courant se manifesta par la déviation de l'aiguille : il indiquait, comme dans les expériences antérieures, que le courant interpolaire était positif, allant du sang artériel au sang veineux à travers le galvanomètre.

» L'aiguille alla d'abord frapper l'arrêt de l'instrument, puis elle oscilla et vint finalement se fixer au 66e degré où elle se maintint près d'une heure, bien que le sang fût complétement coagulé : après ce temps l'aiguille descendit de quatre degrés, et nous cessâmes l'expérience.

» Le galvanomètre employé était celui de Nobili, la bobine portant 10 000 tours.

» Dans d'autres expériences, faites le même jour, dans des conditions identiques, nous avons cherché à mesurer la force électromotrice du sang....

» Le procédé de M. Wheatstone ayant le désavantage d'exiger l'emploi de rhéostats à très-grande résistance, et d'autres présentant aussi leurs inconvénients, diverses considérations nous ont conduit à adopter un mode

d'évaluation emprunté en partie à MM. Poggendorff et J. Regnauld. Nous avons composé des couples types, à courant constant, doués d'un pouvoir électromoteur très-faible. Ces couples sont composés d'étain plongeant dans une dissolution de protochlorure d'étain et de sel marin, et d'eau salée contenant du chlorure de plomb.

» En comparant, par le procédé de Wheatstone, ce couple type au couple de Daniell, nous avons trouvé que ce dernier ayant pour force électromotrice 58, le couple type possédait un pouvoir exprimé par 4,50.

» Maintenant, pour calculer la force électromotrice produite au contact du sang artériel et du sang veineux, nous avons procédé comme il suit. Le sang artériel étant versé dans un vase poreux, l'autre sang mouillait l'extérieur de ce vase. Les petits vases poreux contenaient une dissolution de sulfate de zinc pur, ainsi que les deux lames de zinc amalgamé; ce couple, mis en communication avec le galvanomètre de 10 000 tours, a donné un courant constant, prouvant que l'électrode en rapport avec le sang artériel prend l'électricité positive. En mettant ce couple *en opposition* avec le couple type, le courant change de sens, ce qui démontre que la force dégagée par la réaction des deux sangs est comprise entre 0 et 4,50. Mais il nous fut facile d'arriver à une appréciation mieux déterminée de la force électromotrice. En effet, dans trois expériences successives nous avons obtenu des résultats qui concordent d'une manière remarquable.

	Déviation de l'aiguille.		
Première expérience.	°		
Couple de sang essayé seul	+ 67	Tangente	= 2,3569
Couple de sang en opposition avec un couple type	— 59	»	= 1,6642
Deuxième expérience.			
Couple de sang essayé seul	+ 65	»	= 2,1445
Couple de sang en opposition avec un couple type	— 55	»	= 1,4281
Troisième expérience.			
Couple de sang essayé seul	+ 64	»	= 2,0504
Couple de sang en opposition avec un couple type	— 56	»	= 1,4830

» La moyenne des tangentes positives est 2,1839, et celle des tangentes négatives 1,5251. Il est évident que la force électromotrice que l'on cherche est à celle du couple type comme le premier nombre 2,1839 est à la somme des deux tangentes

$$2,1839 + 1,5251 = 3,7090;$$

ainsi

$$\frac{1,5251}{3,7090} \times 4,50 = 1,82,$$

qui est la force électromotrice créée au contact des deux sangs, 58 étant celle du couple de Daniell, c'est-à-dire 100 représentant le pouvoir électromoteur du zinc pur.

» Dans le cas particulier qui nous occupe il n'y a pas lieu de craindre les erreurs résultant de grandes déviations de l'aiguille aimantée, puisque les nombres positifs et négatifs sont peu différents. Mais il n'en serait pas de même dans la plupart des expériences, ce qui fait qu'il est essentiel de remarquer qu'en employant, suivant les cas, des systèmes d'aiguilles plus ou moins astatiques, on n'obtiendrait que des déviations assez faibles pour être autorisé à considérer leurs tangentes comme l'expression des intensités des courants.

» Nous n'avions à mettre en jeu qu'un seul couple type, mais il est facile de concevoir que la manière de procéder serait la même si la force qu'on veut évaluer était comprise entre les limites de n et $n+1$ couples types (1).

» Constatons enfin que, dans toutes ces expériences, la conductibilité des circuits ne varie jamais que de la quantité qui correspond à la résistance d'un seul couple type, résistance qui peut être considérée comme nulle si on la compare à celle du long fil du galvanomètre et des couples qui agissent en permanence.

» Cette *méthode d'opposition*, ainsi modifiée, peut être considérée comme susceptible d'accuser des résultats d'une grande précision ; elle est, en

---

(1) Exemple : soit x la force électromotrice qu'il s'agit de mesurer, E celle d'un couple ype, n et $n+1$ les nombres d'éléments entre lesquels est compris x ; soit enfin P et $-q$ la valeur des tangentes des déviations limites ; on aura :

$$x - nE = P,$$
$$x - (n+1)E = -q,$$

d'où

$$x = \left(\frac{P}{P+q} + n\right)E.$$

Telle est l'expression générale de x.

Dans les expériences citées plus haut, comme $n = 0$, on avait $x = \frac{P}{P+q}E$.

outre, d'une application facile pour toutes les recherches qui s'appliquent à des substances ne possédant qu'un faible pouvoir conducteur pour l'électricité. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Action de l'oxygène sur le vin.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

« J'ai annoncé qu'il existait dans les vins de Bordeaux et de Bourgogne un principe oxydable particulier, comparable à un aldéhyde, et que l'on peut isoler en agitant le vin avec de l'éther privé d'air, et en évaporant à froid ce dernier liquide dans une atmosphère d'acide carbonique. C'est à ce corps oxydable que j'ai cru pouvoir attribuer la principale part dans le goût vineux, parce que ses altérations sous l'influence de l'air et de la chaleur répondent précisément à celles du vin lui-même. En poursuivant mes études, j'ai été conduit à examiner l'action que l'oxygène exerce sur le vin. J'ai opéré principalement sur des vins de Bourgogne bien authentiques, que M. P. Thenard a eu l'obligeance de mettre à ma disposition.

» J'ai trouvé d'abord que ces vins (Clos-Saint-Jean, 1858; Thorin, 1858) renfermaient seulement de l'azote et de l'acide carbonique, sans oxygène, conformément à mes premiers essais. Je les ai ensuite saturés d'oxygène, par agitation sur le mercure, de façon à prévenir toute évaporation. Leur bouquet a disparu presque aussitôt pour faire place à une odeur de vinasse des plus désagréables. Cette altération est bien due à l'oxygène, car les mêmes vins, saturés d'acide carbonique de la même manière, n'ont éprouvé aucune modification sensible dans leur bouquet. En étudiant de plus près cette réaction, j'ai trouvé que :

» 1° Le volume de l'oxygène absorbé par le vin dans les premiers moments, comparé à celui de l'azote qu'il a déplacé, en tenant compte de la composition de l'atmosphère gazeuse qui surnage le vin, correspond sensiblement au rapport de solubilité de ces deux gaz dans un liquide aqueux; d'où il résulte que l'oxygène se dissout d'abord sans entrer en combinaison. Mais cet état de simple dissolution dure à peine quelques instants.

» 2° Au bout de trois ou quatre minutes, c'est-à-dire en extrayant à froid et aussi rapidement que possible l'oxygène dissous, on trouve que $10^{cc},5$ de ce gaz, les deux tiers de la quantité absorbée d'abord par un litre de vin (1), ont complétement disparu. Ce volume d'oxygène suffit pour détruire le bouquet d'un litre de vin de Thorin (1858).

(1) Ce chiffre répond à un vin qui renfermait encore de l'azote et de l'acide carbonique.

» 3° A cette première absorption rapide succède une absorption de plus en plus ralentie. Au bout de deux jours, 10 centimètres cubes d'oxygène par litre de vin sont de nouveau entrés en combinaison; puis 4^{cc}, 5 dans le cours des deux jours suivants, etc. En même temps la teinte rouge du vin est devenue plus vive, et la matière colorante bleue a paru se brûler.

» L'absorption de l'oxygène par le vin est accélérée par l'élévation de la température; elle est rendue presque instantanée par l'addition d'un alcali.

» Les phénomènes que je viens de décrire me paraissent applicables, soit à l'emploi du vin comme aliment, soit aux pratiques usitées dans sa conservation (1).

» Ils prouvent, en effet, avec quel soin le vin, une fois fait, doit être préservé de l'action de l'oxygène de l'air, puisque le contact prolongé de 10 centimètres cubes d'oxygène, c'est-à-dire de 50 centimètres cubes d'air, suffit pour détruire le bouquet d'un litre de vin. Peut-être cependant la présence d'une petite quantité d'oxygène est-elle utile au développement initial du bouquet; c'est un point à éclaircir. Mais plus tard elle ne saurait être que nuisible. C'est à la pénétration lente de l'oxygène dans les bouteilles que je suis porté à attribuer la destruction totale que tout vin éprouve à la longue. Le goût de cuit des vins gelés provient sans doute du contact avec l'air inévitable et sur une surface multipliée qu'ils ont éprouvé durant le soutirage. Si les soutirages ordinaires n'agissent pas de la même manière, c'est sans doute parce que la surface de contact est moindre et que le vin récent, étant saturé d'acide carbonique, en dégage une portion en présence de l'air, de façon à se trouver en grande partie préservé, un très-petit volume d'air dégageant un volume beaucoup plus grand d'acide carbonique, d'après les lois d'échange par solubilité. L'altération du vin dans les bouteilles en vidange, la diminution du bouquet, bien connue des gourmets, dans les vins simplement transvasés, sont dues à l'action de l'oxygène. La destruction complète du goût du vin par l'addition d'une eau minérale alcaline, telle que l'eau de Vichy, s'explique également par les faits précédents. Il n'est pas jusqu'à l'addition de l'eau au vin qui, loin d'être un simple mélange, comme on le croit en général, ne provoque une réaction capable d'altérer en quelques minutes le bouquet, en raison de l'oxygène dissous dans l'eau elle-même : un volume d'eau peut ainsi détruire le bou-

(1) Je ne prétends parler ici que des vins de nos climats, et non des vins liquoreux du Midi, dont la constitution paraît différente et l'altérabilité moindre.

quet d'environ son propre volume d'un vin comparable à ceux que j'ai étudiés. Mais je ne veux pas insister davantage sur des applications que chacun pourra faire aux pratiques diverses de l'alimentation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des alcools.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

« Les expériences publiées dans ces derniers temps par MM. Wurtz, Wanklyn et Erlenmeyer, et Friedel, sur les alcools dérivés de l'amylène, de l'hexylène et de l'acétone, m'ont engagé à faire une nouvelle étude des alcools que j'avais obtenus synthétiquement, il y a huit ans, au moyen du gaz oléfiant et du propylène.

» Entre l'alcool ordinaire et l'alcool du gaz oléfiant, je n'ai pu découvrir aucune différence, ni dans les propriétés physiques et chimiques de ces alcools, ni dans les propriétés de leurs éthers. Je rappellerai spécialement comme caractéristique l'identité mesurée de la forme cristalline de l'éthylsulfate de baryte, soit qu'il dérive de l'alcool ordinaire, soit qu'il dérive du gaz oléfiant. A ces épreuves, déjà anciennes, j'ai ajouté des expériences d'oxydation. Traité par l'acide chromique, l'acool du gaz oléfiant a fourni de l'aldéhyde ordinaire, complétement caractérisé, et de l'acide acétique, c'est-à-dire les mêmes produits que l'alcool ordinaire. Soumise à ces nouvelles épreuves, que rendaient nécessaires les progrès récents de la science, l'identité des deux alcools s'est donc entièrement vérifiée.

» L'alcool propylique, au contraire, comme je l'ai fait observer à plusieurs reprises, se présente avec des propriétés différentes, selon qu'il est produit par fermentation ou préparé au moyen du propylène. D'après M. Friedel, l'alcool obtenu au moyen de l'acétone représenterait un troisième type différent des précédents.

» J'ai examiné l'oxydation de l'alcool du propylène. Traité par l'acide chromique, il s'attaque avec une extrême vivacité et donne naissance à une grande quantité d'acétone et à un acide que je n'ai pu encore examiner suffisamment, faute de matière.

» La formation de l'acétone aux dépens de l'alcool du propylène résulte d'une simple déshydrogénation

$$\underbrace{C^6H^8O^2}_{\text{Alcool propylique.}} - H^2 = \underbrace{C^6H^6O^2}_{\text{Acétone.}}.$$

Elle prouve que l'alcool du propylène est identique avec l'alcool obtenu en hydrogénant l'acétone. En effet, ce dernier alcool, d'après M. Friedel, régénère précisément l'acétone sous l'influence d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse. Ainsi se trouvent corroborées les relations entre l'acétone et la série propylique, relations que faisaient pressentir mes expériences sur la formation du propylène, C^6H^6, et de son hydrure, C^6H^8, aux dépens de l'acétone traité par l'acide sulfurique, et qui ont été établies d'une manière décisive par les belles recherches de M. Friedel.

» L'origine de l'alcool propylique qui a engendré l'acétone donne à mon expérience présente une signification plus générale, surtout si on la rapproche des caractères anormaux assignés par MM. Wanklyn et Erlenmeyer à l'aldéhyde de l'alcool hexylique. On sait, en effet, que les acétones et divers corps pyrogénés qui les accompagnent (1) offrent la plupart des propriétés des aldéhydes. Cette analogie s'explique par l'expérience actuelle qui tend à établir, à partir de la série propylique, que *les acétones et les corps pyrogénés congénères représentent les aldéhydes des alcools formés par l'hydratation des carbures d'hydrogène.* »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le principe toxique du Coriaria myrtifolia* (Redoul). Extrait d'une Note de **M. J. Riban**, présentée par M. Balard.

« De nos expériences sur les animaux nous déduirons les conclusions suivantes :

» Le Redoul doit ses propriétés vénéneuses à un glucoside, la coriamyrtine, qui détermine des convulsions semblables à celles que produit la plante elle-même.

» Les effets sont énergiques. $0^{gr},2$ de substance administrés à un chien de forte taille, et rejetés en partie et presque aussitôt par les vomissements, ont produit des convulsions horribles au bout de 20 minutes, et la mort en 1^h15^m. Pour obtenir une action violente et rapide sur les lapins, $0^{gr},08$ environ suffisent. Une injection sous-cutanée contenant $0^{gr},02$ de substance tue un lapin en 25 minutes.

» Les phénomènes principaux que produit la coriamyrtine sont les suivants : secousses vives de la tête se communiquant à tous les membres, convulsions cloniques et tétaniques revenant par accès, contraction de la pupille, trismus, écume à la bouche. Les animaux succombent à l'asphyxie et à l'épuisement nerveux.

---

(1) Tels que le butyral et le valéral de M. Chancel.

» Les lésions cadavériques les plus importantes sont : l'état de plénitude des vaisseaux gorgés de sang brun coagulé dans le cœur droit et gauche, dans l'artère pulmonaire, la veine cave inférieure, les taches brunes des poumons, l'injection des méninges. La rigidité cadavérique apparaît avec une grande rapidité.

» La coriamyrtine n'exerce aucune action irritante sur la muqueuse intestinale; elle ne détruit pas la contractilité musculaire propre. »

M. Cima, à l'occasion d'une communication faite à l'Académie le 17 août dernier, par *M. Meunier*, remarque que plusieurs des faits rapportés par cet observateur concernant *la forme globulaire que peuvent prendre les liquides sur leur propre surface*, avaient été déjà signalés. « J'ai moi-même, dit-il, donné, dans un journal de physique qui se publie à Turin, *Il nuovo Cimento*, vol. III, un article sur ce sujet, et j'ai l'honneur d'en transmettre quelques exemplaires à l'Académie. Que M. Meunier n'ait pas eu connaissance de ma Note quand il a présenté la sienne à l'Académie, je le conçois d'autant mieux que pareille chose m'est arrivée à moi-même : j'ignorais, en effet, quand je publiais mes observations sur ce phénomène, qu'il avait été étudié dès 1816 par Bixio, ainsi que le constate le *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle* publié à Pavie par Brugnatelli; année 1818. »

M. André Boucard présente une Note *sur les conditions du problème de la locomotion aérienne.*

M. Bonnet est invité à prendre connaissance de cette Note et à faire savoir à l'Académie si elle est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 9 novembre 1863 les ouvrages dont voici les titres :

Études sur les machines à vapeur marines et leurs perfectionnements; par M. Victor Delacour. Paris, in-8°.

Coup d'œil sur la végétation de la partie septentrionale du département de l'Aude; par M. D. Clos. (Extrait du *Congrès scientifique de France.*) Bordeaux, 1863; br. in-8°.

Note sur l'érysipèle considéré principalement comme pouvant être une maladie à quinquina; par le Dr LIÉGEY. Bruxelles, br. in-8°.

Cinématique : théorèmes généraux relatifs à la transmission du mouvement au moyen de cordages; par M. Ch. GIRAULT. Caen, 1863; br. in-8°.

De la coexistence des maladies de l'utérus et des lésions de la région péri-utérine; des indications thérapeutiques qui en résultent; par M. NONAT. Paris, 1862; br. in-8°.

Mémoire sur la loi de production des sexes chez les plantes, les animaux et l'homme; par M. THURY. Genève, 1863; in-8°.

Mémoires sur la Raffinerie impériale de salpêtre de Lille; par M. H. VIOLETTE. Lille, 1863; in-8°.

Recherches expérimentales sur le principe toxique du Redoul (Coriaria myrtifolia); *par* Joseph Riban. Paris, 1863; in-8°.

La vérité sur le choléra-morbus, etc.; 3e et 4e livraisons. Paris, 1863; in-8°.

Le Droit humain : Code naturel de la morale sociale expliqué par la céphalométrie et mis à la portée de tout le monde; par Armand HAREMBERT. Paris, 1862; vol. in-8°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus de l'Académie impériale des Sciences de Vienne: Sciences mathématiques et naturelles;* t. XLVII (*Sciences mathématiques*), livraisons 1 à 5; t. XLVII (*Sciences naturelles*), livraisons 1, 2 et 3. Vienne, 1863; in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Académie royale des Sciences de Bavière;* vol. IX, 3e partie. Munich, 1863; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1863.)

Page 738, lignes 1 à 6. L'interversion des deux articles qui commencent cette page a causé une confusion qui doit être ainsi réparée pour l'indication des Commissaires désignés :

« M. TOUCHE soumet au jugement de l'Académie un *Mémoire sur le calcul de la résistance des fluides.*

(Commissaires, MM. Piobert, Morin, Bertrand, Bonnet.)

M. GENY adresse de Nice un travail intitulé : *Mémoire sur une nouvelle théorie des calculs transcendants....*

(Commissaires, MM. Duhamel, Bertrand.) »